

**STABILISATEUR DYNAMIQUE POUR BATEAU EQUIPE D'UN
DISPOSITIF DE STABILISATION ET BATEAU AINSI OBTENU**

Le secteur technique de la présente invention est celui des bateaux, et plus particulièrement des bateaux comportant des dispositifs de réduction de traînée et/ou de stabilisation.

Dans le domaine nautique, on cherche à réduire la traînée hydrodynamique afin de rendre les bateaux plus rapides et de diminuer leur consommation en énergie.

Cette réduction de traînée peut être obtenue en diminuant la surface d'appui sur l'eau. Pour diminuer cette surface, on connaît les navires à flotteur immergé ou les bateaux utilisant le principe "d'ailes" (ou foils), de tels bateaux étant notamment connus sous la désignation "d'hydroptères".

Ainsi, le brevet US-4 993 348 décrit un bateau comportant un flotteur immergé. Son dispositif stabilisateur immergé présente cependant l'inconvénient d'une envergure limitée par la traînée hydrodynamique, ce qui en limite l'efficacité.

Le brevet US-6 578 507 décrit un bateau comportant des bras munis à leur extrémité d'ailes permettant au bateau, lorsqu'il navigue à grande vitesse, de ne s'appuyer que sur ces ailes. Un tel dispositif présente cependant l'inconvénient de n'avoir aucune stabilité face au tangage et au roulis et ne permet pas de conserver une assiette constante lorsqu'il navigue face aux vagues.

L'invention a pour but de remédier aux inconvénients des dispositifs connus jusqu'ici, en proposant un bateau présentant simultanément une faible traînée hydrodynamique et une stabilisation du navire par rapport aux vagues lorsqu'il navigue rapidement. Cette stabilisation concerne l'ensemble des cinq composantes parasites de roulis, tangage, lacet, ainsi que mouvements alternatifs du centre de gravité du bateau dus au passage des vagues, constitués du mouvement vertical du centre de gravité (alternativement de montée et de descente) et du mouvement latéral du centre de gravité (alternativement de déport vers bâbord et vers tribord). L'invention a également pour but de réguler le couple subi

par la voilure du bateau lorsqu'il est à propulsion éolienne.

L'invention a donc pour objet un stabilisateur hydrodynamique pour bateau, comportant un mât plongeant dans l'eau supportant à son extrémité un premier aileron immergé
5 sensiblement horizontal, monté libre en rotation par rapport au mât plongeant selon un pivot horizontal, caractérisé en ce que le premier aileron comporte un volet de bord de fuite articulé en rotation autour d'un axe voisin du bord de fuite dudit aileron et en ce que ledit volet est commandé par un
10 mécanisme d'entraînement en rotation par rapport audit aileron afin de réaliser son orientation.

Selon une caractéristique de l'invention, le stabilisateur comporte un second aileron immergé sensiblement vertical pivotant autour du mât plongeant et comportant un
15 moyen moteur afin d'être orientable.

Selon une autre caractéristique de l'invention, le stabilisateur comporte un second aileron sensiblement vertical pivotant librement autour du mât plongeant et comportant un volet de bord de fuite articulé en rotation
20 autour d'un axe voisin du bord de fuite dudit second aileron, ledit volet étant commandé par un mécanisme d'entraînement en rotation par rapport au second aileron afin de réaliser l'orientation dudit second aileron.

Selon encore une autre caractéristique de l'invention, le
25 mât plongeant comporte un carénage profilé pivotant librement autour dudit mât plongeant afin de s'orienter librement dans la direction de l'écoulement local de l'eau.

Selon une autre caractéristique de l'invention, un moyen de rappel, du type moyen élastique ou moyen moteur, est
30 disposé entre le mât plongeant et le carénage profilé pivotant afin d'imposer au dit carénage un couple de rappel lorsque ce carénage est angulairement décalé.

Selon une autre caractéristique de l'invention, le carénage profilé pivotant comporte au niveau de son côté aval
35 un élément à portance hydrodynamique fixe par rapport au dit carénage ou orientable en rotation verticale par rapport au carénage.

L'invention concerne également un dispositif de

stabilisation d'un bateau mettant en œuvre au moins un stabilisateur, caractérisé en ce que le au moins un stabilisateur est porté par un bras sensiblement horizontal solidaire du bateau, ledit bras étant situé au-dessus de l'eau.

Selon encore une autre caractéristique de l'invention, certains bras sont rendus solidaires du bateau par une liaison du type pivot à plusieurs positions verrouillables afin d'être repliables.

Selon une autre caractéristique de l'invention, certains bras sont constitués de plusieurs tronçons reliés entre eux par une liaison de type pivot à plusieurs positions verrouillables afin d'être repliables.

Selon une autre caractéristique de l'invention, certains mâts plongeants sont solidaires d'un bras par l'intermédiaire d'une liaison pivot d'axe sensiblement horizontal qui est verrouillable à plusieurs positions, une position basse desdits mâts plongeants lorsque les ailerons hydrodynamiques orientables sont en service et une position relevée desdits mâts plongeants lorsque lesdits ailerons sont hors service, le bateau étant à l'arrêt ou se déplaçant à basse vitesse.

Selon une autre caractéristique de l'invention, le maintien de certains mâts plongeants en position basse est assuré par un verrouillage à résistance calibrée contre une force tendant à faire reculer lesdits mâts plongeants, et en ce que ce verrouillage laisse librement pivoter lesdits mâts plongeants vers l'arrière en se relevant lorsque cette résistance limite est atteinte.

Selon une autre caractéristique de l'invention, le dispositif de stabilisation comporte un calculateur coopérant avec des capteurs statiques et/ou dynamiques et pilotant le ou les moyens d'orientation du ou des ailerons afin de faire varier leur orientation en fonction des mouvements dudit bateau.

L'invention concerne également un dispositif compensateur d'effort pour orienter une voile de bateau ou de véhicule à voile, caractérisé en ce qu'il comporte d'une part un dispositif élastique global prenant appui sur une partie fixe

du bateau et comportant une pièce de sortie mobile sur une certaine course, ou un certain débattement, ladite pièce de sortie mobile transmettant un effort élastique dont l'intensité est croissante en fonction de l'amplitude de son déplacement, ledit dispositif élastique global étant constitué d'un ou plusieurs organes élastiques interposés entre ladite partie fixe du bateau et ladite pièce de sortie mobile, l'addition des efforts élastiques individuels desdits organes élastiques fournissant l'effort élastique global à ladite pièce de sortie mobile dudit dispositif élastique global, d'autre part un dispositif de transmission de mouvement de ladite pièce de sortie mobile dudit dispositif élastique global à ladite voilure, ledit dispositif de transmission de mouvement présentant une évolution de son rapport de transmission en fonction de l'angle d'orientation de ladite voilure telle que le couple de rappel élastique qu'il exerce sur ladite voilure, tendant à ramener le plan moyen de cette dernière parallèle au plan de symétrie du bateau, ou du véhicule, soit d'intensité constante, ou bien d'intensité progressivement et faiblement croissante, lorsque ladite voilure pivote de l'orientation correspondant à l'allure "près serré" à celle correspondant à l'allure "vent arrière".

Selon une autre caractéristique de l'invention, l'organe d'orientation de la voilure est une écoute de voilure reliée d'une part à une extrémité de la voilure et s'enroulant d'autre part sur un tambour d'écoute solidaire ou lié en rotation à un tambour à rayon d'enroulement variable assurant la fonction de dispositif de transmission de mouvement.

Selon une autre caractéristique de l'invention, le dispositif élastique global comporte un moyen de réglage de l'effort élastique moyen permettant d'adapter celui-ci à la prévision, pour une période de temps donnée, de l'effort moyen d'orientation de la voilure.

Selon une autre caractéristique de l'invention, le dispositif compensateur comporte un moyen de réglage de l'angle d'orientation de la voilure, et ledit moyen de

réglage de l'angle d'orientation comporte un organe de manœuvre manuelle.

Selon une autre caractéristique de l'invention, le dispositif compensateur comporte un moyen de réglage d'orientation de la voilure et ledit moyen comporte un actionneur commandé par un signal provenant d'un ordinateur ou d'un moyen de commande piloté par un membre d'équipage.

Selon une autre caractéristique de l'invention, le dispositif compensateur comporte un moyen de limitation bidirectionnelle de l'effort, force ou couple, communiqué par l'actionneur à la voilure.

Selon une autre caractéristique de l'invention, le dispositif élastique global comporte un ou plusieurs vérins pneumatiques ou hydrauliques reliés par une ou des canalisations à un ou plusieurs réservoirs contenant un gaz comprimé.

Selon une autre caractéristique de l'invention, au moins un réservoir est relié par l'intermédiaire d'une vanne à une source de pression, de dépression ou à l'air libre afin de pouvoir modifier la pression régnant dans ledit réservoir.

Selon une autre caractéristique de l'invention, certains organes élastiques du dispositif élastique global peuvent être mis hors service en cours de navigation, soit par désaccouplement temporaire de leur propre organe de sortie à mouvement élastique par rapport au dispositif de transmission de mouvement à la voilure, soit par désaccouplement temporaire de leur embase par rapport à la structure du bateau dont cette embase est habituellement solidaire, soit par neutralisation temporaire de leur propriété élastique, puis être remis en service en cours de navigation en réaccouplant les organes élastiques temporairement désaccouplés ou en rétablissant la propriété élastique temporairement neutralisée.

Selon une autre caractéristique de l'invention, le dispositif de transmission de mouvement comporte au moins deux tambours tournant librement autour d'axes fixes par rapport à la structure du bateau, couplés en rotation, soit directement, soit par l'intermédiaire d'un mécanisme de

transmission à rapport constant ou variable, tambours sur lesquels sont ancrés deux câbles à enroulements antagonistes dont un enroulement au moins a lieu dans une gorge à rayon d'enroulement variable, le premier câble étant relié
5 directement ou par l'intermédiaire d'un palan à l'organe de sortie à mouvement élastique du dispositif élastique global et le second câble étant relié directement ou par l'intermédiaire d'un palan au point de la voilure permettant d'orienter celle-ci.

10 Selon une autre caractéristique de l'invention, l'actionneur du dispositif compensateur est constitué par, ou comporte, un moteur électrique rotatif pas à pas.

Selon une autre caractéristique de l'invention, le dispositif compensateur comporte un amplificateur d'effort,
15 force ou couple, comprenant au moins une pale immergée profilée à effet de portance hydrodynamique, orientable autour d'un pivot parallèle à son axe longitudinal, ce pivot étant mobile transversalement au courant dû au déplacement du bateau.

20 Selon une autre caractéristique de l'invention, l'actionneur du dispositif compensateur est commandé par un calculateur relié à des capteurs permettant de mesurer l'orientation par rapport au bateau de la direction du vent et de la voilure.

25 Selon une autre caractéristique de l'invention, des chandeliers sensiblement verticaux solidaires du bateau, entourés de manchons cylindriques tournant librement, sont prévus pour intercepter au passage la ou les écoutes lorsqu'elles parviennent vers l'avant du bateau afin de
30 réduire la sollicitation du dispositif élastique global.

L'invention concerne également un bateau comportant une plate-forme, au moins un flotteur principal profilé complètement immergé, solidaire de la plate-forme par un ou plusieurs pylônes porteurs et supportant le poids total de la
35 plate-forme afin de la maintenir hors de l'eau, caractérisé en ce qu'il comporte des bras rayonnants autour de la plate-forme, sensiblement horizontaux et supportant des mâts plongeant dans l'eau, munis d'ailerons orientables immergés à

effet de portance hydrodynamique, lesdits bras étant situés au-dessus de l'eau, des carénages profilés mobiles, pivotant librement sous l'effet du courant local et enveloppant individuellement chaque pylône porteur, au moins trois
5 flotteurs auxiliaires à coque fermée, étanche et profilée, répartis autour de la plate-forme pour assurer l'équilibre d'assiette à l'arrêt ou à faible vitesse, solidaires des bras rayonnants ou de la plate-forme.

Selon une autre caractéristique de l'invention, le bateau
10 comporte un dispositif de stabilisation, réalisé par lesdits bras rayonnants, lesdits mâts plongeants, et lesdits ailerons orientables.

Selon une autre caractéristique de l'invention, le bateau comporte un dispositif de tare réglable permettant
15 d'augmenter ou de diminuer la masse du bateau au moyen de ballasts à quantité d'eau admise réglable.

Selon une autre caractéristique de l'invention, les mâts plongeant dans l'eau ainsi que certains flotteurs auxiliaires sont disposés près de l'extrémité de bras rayonnants.

20 Selon une autre caractéristique de l'invention, au moins un flotteur auxiliaire est fixé à un bras rayonnant par une liaison à plusieurs positions verrouillables permettant de rapprocher ce flotteur de la plate-forme lorsque le bâtiment est à l'arrêt ou par une liaison du type pivot à axe
25 sensiblement vertical à plusieurs positions verrouillables.

Selon une autre caractéristique de l'invention, le bateau comporte des moyens de mesure de position, d'inclinaison, de vitesse et/ou d'accélération, coopérant avec un ordinateur afin de déterminer les mouvements du bateau et de modéliser
30 ces mouvements en mouvements de roulis, de tangage, de lacet, et/ou en mouvements alternatifs du centre de gravité du bateau dus au passage des vagues, constitués du mouvement vertical du centre de gravité (alternativement de montée et de descente) et du mouvement latéral dudit centre de gravité
35 (alternativement de déport vers bâbord et vers tribord).

Selon une autre caractéristique de l'invention, le bateau comporte des moyens de mesure, tels des girouettes anémométriques, des capteurs d'orientation de voiles, des

girouettes immergées, des capteurs de pression, des sonars à réflexion de surface, des palpeurs de surface, des caméras vidéo, ou tout autre moyen coopérant avec le calculateur afin de déterminer les mouvements des vagues en amont de chaque
5 flotteur principal immergé, de modéliser au niveau de l'axe de chaque dit flotteur les mouvements de l'eau transversaux à la route du bateau, par exemple décomposés en mouvements selon deux axes transversaux non parallèles, ou de déterminer les efforts aérodynamiques sur les éléments du bateau offrant
10 une prise au vent.

Selon une autre caractéristique de l'invention, le calculateur coopère avec les moyens d'orientation des ailerons orientables afin d'orienter ces derniers en fonction de la modélisation des mouvements du bateau et/ou des
15 mouvements des vagues et/ou des efforts aérodynamiques, et de réaliser ainsi la stabilisation du bateau en contrôlant l'assiette et la trajectoire de celui-ci.

Selon une autre caractéristique de l'invention, certains ailerons orientables comportent un capteur angulaire mesurant
20 l'angle de rotation de l'aileron par rapport au mât plongeant et coopérant avec le calculateur.

Selon une autre caractéristique de l'invention, le bateau comporte un dispositif d'équilibrage à masses mobiles ajustable en permanence par des déplacements latéraux et/ou
25 longitudinaux de contrepoids mobiles le long de guides, positionnés le long de ces derniers par des mécanismes comprenant des actionneurs, ou comportant une masse d'eau transférable entre des réservoirs éloignés, ledit dispositif d'équilibrage coopérant avec le calculateur afin de modifier
30 la position du centre de gravité du bateau en fonction des mouvements de celui-ci et des effets déséquilibrants dus par exemple à la répartition de la charge utile ou au vent.

Selon une autre caractéristique de l'invention, le dispositif d'équilibrage comprend des réservoirs situés dans
35 des flotteurs auxiliaires et partiellement remplis d'eau, lesdits réservoirs étant reliés entre eux par des canalisations et au moins une pompe coopérant avec le calculateur afin de répartir l'eau entre les réservoirs.

Selon une autre caractéristique de l'invention, chaque pylône porteur situé entre un flotteur principal profilé entièrement immergé et la plate-forme est rétractile, à plusieurs positions verrouillables, ainsi que le carénage pivotant qui l'entoure, dans un logement de ladite plate-forme.

Selon une autre caractéristique de l'invention, le bateau comporte des moyens de propulsion éolienne et l'orientation d'au moins un moyen de propulsion éolienne est assurée par un dispositif compensateur d'effort pour orienter une voile.

Un tout premier avantage du bateau selon l'invention réside dans le fait qu'à partir d'une certaine vitesse et par vagues de hauteur inférieure à la hauteur de ses carénages pivotants il est insensible aux effets de roulis, tangage, lacet, embardées transversales (vers haut/bas et tribord/bâbord). Cet avantage tient à la combinaison du (ou des) flotteur(s) principaux profilés complètement immergés (à poussée d'Archimède constante), aux caractéristiques des appendices perçant la surface (faibles section et incidence sur la poussée d'Archimède, profilage et pivotement en girouette minimisant l'effet des vagues transversales), aux longs bras rayonnants (grand bras de levier offert à la portance des ailerons orientables immergés) et orientation de ces ailerons oscillant au gré des vagues (incidence et portance restant proportionnelles à la consigne d'effort de stabilisation donnée, malgré le passage des vagues).

Un autre avantage réside dans le fait que la traînée hydrodynamique est extrêmement réduite, ce qui permet au bateau d'atteindre des vitesses élevées.

Un autre avantage réside dans la facilité d'accès aux eaux peu profondes grâce au tirant d'eau réduit permis par le relevage du ou des flotteurs profilés principaux immergés et par le relevage des mâts plongeant, ainsi que dans la facilité de stationnement dans les ports grâce à l'encombrement horizontal réduit permis par les bras rayonnants repliables.

D'autres caractéristiques, détails et avantages de l'invention ressortiront plus clairement de la description

donnée ci-après à titre indicatif en relation avec des dessins dans lesquels :

- la figure 1 représente un stabilisateur hydrodynamique selon un premier mode de réalisation de l'invention,
- 5 - la figure 2 représente un stabilisateur hydrodynamique selon un autre mode de réalisation de l'invention,
- la figure 3 représente un stabilisateur hydrodynamique selon encore un autre mode de réalisation de l'invention,
- les figures 4a à 4d représentent des exemples de
10 réalisation de carénages pivotants selon l'invention,
- les figures 5 et 6 représentent un exemple d'application d'un dispositif de stabilisation selon l'invention à un bateau de plaisance,
- la figure 7 représente un autre exemple d'application
15 d'un dispositif de stabilisation selon l'invention à un bateau multicoques,
- la figure 8 représente un mode de réalisation de la charnière de sécurité de tête de mât selon l'invention,
- la figure 9 représente un bateau à flotteur immergé,
20 selon l'invention,
- la figure 10 représente une disposition particulière d'un bras selon l'invention,
- les figures 11a et 11b illustrent le fonctionnement d'un mode de réalisation du dispositif de tare réglable,
- 25 - la figure 12 illustre un mode de réalisation du dispositif d'équilibrage à masses mobiles ajustable en permanence selon l'invention,
- la figure 13 est une vue schématique illustrant un exemple de réalisation particulière d'un bras selon
30 l'invention.
- la figure 14a illustre un exemple de voilier équipé de plusieurs dispositifs de régulation d'efforts selon l'invention,
- la figure 14b est une représentation schématique
35 fonctionnelle d'un dispositif selon l'invention,
- les figures 15 et 16 illustrent un exemple de vérin pneumatique et son réservoir du dispositif de régulation d'effort selon l'invention, et

- la figure 17 illustre un exemple de tambour à enroulement de câble à rayon variable du dispositif de régulation d'effort selon l'invention.

La figure 1 représente un premier mode de réalisation d'un stabilisateur hydrodynamique 15 pour bateau selon l'invention. Dans cet exemple de réalisation, le stabilisateur 15 comporte un mât plongeant 5 vertical, solidaire de la structure du bateau, un carénage profilé 6 et un premier aileron hydrodynamique orientable 1 sensiblement horizontal. Le carénage profilé 6 pivote librement autour dudit mât plongeant 5 afin de s'orienter spontanément dans la direction de l'écoulement local de l'eau. L'aileron hydrodynamique orientable 1 pivote librement autour d'un arbre horizontal 3, d'axe 10 et disposé à l'extrémité du mât plongeant 5. L'aileron orientable 1 comporte un volet 7 de bord de fuite articulé en rotation autour d'un axe 21 voisin du bord de fuite de l'aileron. La rotation du volet 7 de bord de fuite par rapport à l'aileron est commandée par un mécanisme d'entraînement de type connu (non représenté), par exemple un moteur électrique étanche.

Le mode de fonctionnement du stabilisateur est le suivant :

Lors du déplacement du bateau, l'aileron 1 s'oriente spontanément sous l'effet des couples antagonistes dus à sa propre force de portance hydrodynamique et à la force de portance hydrodynamique de son volet 7.

Le volet 7 a sensiblement la même envergure que son aileron 1, mais a une corde moindre, par exemple trois à quatre fois plus courte. Le braquage du volet est assuré par un servomécanisme d'orientation angulaire (non représenté) du volet 7 par rapport à son aileron 1. L'angle de braquage du volet 7 de bord de fuite par rapport à l'aileron orientable 1 est déterminé par un calculateur électronique embarqué (de type connu) qui pilote le servomécanisme d'orientation. Cet angle entre l'aileron 1 et son volet 7 entraîne une force de portance hydrodynamique du volet de bord de fuite qui oblige l'aileron orientable 1 à s'orienter en prenant une incidence par rapport au courant, laquelle engendre à son tour une

force de portance hydrodynamique de l'aileron. Cette dernière est de direction voisine, mais de sens opposé et nettement plus importante que la force de portance du volet 7, en raison du rapport des surfaces portantes de l'aileron 1 et du 5 volet 7.

Lorsque le bateau affronte de hautes vagues transversales et que le carénage 6 est découvert dans les creux des vagues, l'effet de girouette hydrodynamique du carénage 6 n'est plus complètement efficace. L'effet d'inertie auquel est soumis ce 10 carénage l'entraîne en rotation sur sa lancée et il en résulte des oscillations en rotation incontrôlées. Et lorsque la vague suivante recouvre à nouveau le carénage 6, celui-ci risque d'être dans une position transversale au déplacement local de l'eau. Il en résulterait une portance transversale 15 parasite, l'entretien d'oscillations forcées du carénage, et surtout une augmentation de traînée hydrodynamique pénalisante pour la vitesse du bateau et/ou pour sa consommation de carburant. Afin d'éviter de tels effets, on pourra prévoir un moyen de rappel 9, du type moyen élastique 20 ou moyen moteur, disposé entre le mât plongeant 5 et le carénage profilé pivotant 6, afin d'imposer au carénage un couple de rappel angulaire lorsque ce dernier est angulairement décalé par rapport à l'axe de symétrie du bateau. De tels moyens de rappel sont déjà largement connus. 25 On pourra cependant citer à titre d'exemple un ressort de torsion ou un servomoteur à couple progressif. Le moyen moteur précité pourra aussi être piloté en fonction de la mesure de l'angle entre l'écoulement de l'eau et le carénage 6 afin d'aligner le carénage avec le courant. Des moyens pour 30 une telle mesure sont déjà largement connus. On pourra citer à titre d'exemple un ensemble de capteurs de pression immergés disposés sur le carénage et coopérant avec un calculateur ou encore un capteur angulaire d'un type connu mesurant l'orientation d'une girouette immergée tournant 35 autour d'un axe vertical solidaire du carénage.

La figure 2 illustre un autre mode de réalisation d'un stabilisateur hydrodynamique 15 selon l'invention. Dans ce mode de réalisation, le mât plongeant 5 est toujours dans un

plan vertical mais est incliné par rapport à la verticale z et le carénage 6 est solidaire du mât plongeant 5. Le mât plongeant 5 est relié au bateau par une tête pivotante 29 qui tourne librement autour de l'axe vertical z. Des plaques de garde 13 d'extrémité d'aileron 1, perpendiculaires à l'axe 10, augmentent le coefficient de portance hydrodynamique de l'aileron et facilitent l'orientation spontanée du mât plongeant 5, pivotant comme une girouette dans le courant, en formant des plans porteurs transversaux.

10 La figure 3 représente une autre variante de réalisation d'un stabilisateur hydrodynamique 15 selon l'invention. Dans cet autre mode de réalisation de l'invention, la force de portance hydrodynamique résultante est orientable selon deux directions. La composante verticale (vers le haut ou vers le
15 bas) de cette portance globale est fournie par le premier aileron orientable 1 à axe de rotation horizontal autour de l'arbre 3 solidaire de l'extrémité inférieure du mât plongeant 5. Ce mât plongeant 5 porte également et dans une partie supérieure un second aileron orientable 2 pivotant
20 librement autour dudit mât plongeant 5 et fournissant la composante horizontale (vers bâbord ou vers tribord) de la portance globale précitée. Les ailerons horizontal 1 et vertical 2 comportent également des volets respectifs 7 et 8 de bord de fuite articulés en rotation autour d'un axe voisin
25 du bord de fuite, respectivement 21 et 22, des ailerons 1 et 2. Chaque volet est commandé par un servomécanisme d'entraînement en rotation par rapport à son aileron afin de réaliser l'orientation de l'aileron selon le mode de fonctionnement qui a été décrit précédemment.

30 Le stabilisateur hydrodynamique selon l'invention est également réalisable en supprimant les volets 7 et 8 des bords de fuite et en assurant l'orientation du ou des ailerons 1 et 2 par un moyen moteur (par exemple un moteur électrique disposé entre l'aileron et son axe de rotation).
35 Une telle réalisation ne permet pas toutefois un pilotage simultanément aussi fiable, aussi simple et aussi efficace des ailerons que la réalisation précédemment décrite avec volets.

En effet, dans une première variante simple dépourvue de volets de bords de fuite, le calculateur envoie comme consigne aux moyens d'orientation des ailerons 1 et 2 un angle d'orientation, par rapport à leur position moyenne, proportionnel à la force de portance requise pour stabiliser le bateau ; l'inconvénient de cette méthode est que l'angle d'incidence de l'aileron par rapport au courant fluctue en fonction de la vitesse transversale de l'eau due aux vagues, et donc que la force de portance hydrodynamique effective de l'aileron fluctue aussi autour de la valeur de consigne, d'où une stabilisation moins bonne que précédemment. Dans une seconde variante encore dépourvue de volets de bord de fuite, le calculateur envoie comme consigne aux moyens d'orientation des ailerons 1 et 2 un angle d'orientation, par rapport à leur position moyenne, proportionnel à l'angle d'orientation nécessaire pour que l'angle d'incidence de l'aileron par rapport au courant reste proportionnel à la force de portance requise pour stabiliser le bateau (pour obtenir une force constante, il faut donc envoyer un signal fluctuant au rythme des vagues). Cette seconde variante sans volets présente l'inconvénient de nécessiter de raccorder au calculateur des moyens de mesure de la direction de l'écoulement local de l'eau. Comme expliqué plus haut, de tels moyens de mesure de l'angle d'orientation relative d'un écoulement par rapport à un solide en mouvement dans un fluide sont déjà largement connus (par exemple à base de capteur angulaire relié à une girouette hydraulique immergée à axe perpendiculaire à l'axe du bateau ou à base de capteurs de pression répartis immergés).

On pourra munir les ailerons orientables 1, 2 d'un moyen d'augmentation de leur portance par aspiration de la couche limite à travers un semis d'orifices de petit diamètre tapissant leur surface au moyen d'une pompe, ces orifices étant périodiquement dégagés par une brève chasse en sens inverse au moyen d'une autre pompe ou d'air comprimé. Selon une variante de réalisation, l'aspiration est limitée à la face extradors des ailerons et la commutation de face aspirante est déclenchée lors de l'inversion de sens du

couple moteur d'orientation de l'aileron ou du sens de braquage de son volet de bord de fuite.

Les figures 4a à 4d représentent des exemples de réalisation de carénages pivotants 6 selon l'invention. Dans le but de remédier aux inconvénients d'orientation erratique du carénage pivotant en cas de hautes vagues, on pourra équiper ce dernier d'un élément 18 à portance hydrodynamique agissant en complément ou en remplacement du moyen de rappel 9 précité.

La figure 4a représente un carénage pivotant 6 comportant un élément 18 à portance hydrodynamique réalisé par une plaque plane rigide, solidaire du bord de fuite du carénage pivotant 6 et disposée dans le plan vertical de symétrie dudit carénage.

La figure 4b représente un carénage pivotant 6 comportant un élément 18 à portance hydrodynamique réalisé par un bras 19 solidaire du bord de fuite du carénage pivotant 6 et qui porte rigidement à son extrémité aval une plaque plane rigide 20, disposées selon le plan vertical de symétrie dudit carénage.

La figure 4c représente un carénage pivotant 6 comportant un élément 18 à portance hydrodynamique réalisé par deux bras 19 et 19' solidaires du bord de fuite du carénage pivotant 6 et qui portent une aile profilée 28 rigidement solidaire ou articulée autour d'un axe vertical. Dans le mode articulé, l'aile 28 sera orientée par rapport au carénage 6 au moyen d'un servomécanisme piloté en fonction de la mesure de l'angle entre l'écoulement de l'eau et le carénage 6, afin d'annuler cet angle. Des moyens de mesure de cet angle ont été décrits précédemment en relation avec la figure 1.

La figure 4d représente un carénage pivotant 6 comportant un élément 18 à portance hydrodynamique réalisé par un bras 19 solidaire du bord de fuite du carénage pivotant 6 et qui porte rigidement à son extrémité aval une aile profilée 23.

Ces exemples de réalisation donnés à titre illustratif ne sont pas limitatifs. On pourra envisager d'autres modes de réalisation de l'élément 18 à portance hydrodynamique, par exemple en munissant le bord de fuite de l'aile profilée 28

d'un volet orientable par un moyen moteur interposé entre ledit volet et cette aile 28.

Les figures 5 à 7 représentent des exemples d'application du stabilisateur hydrodynamique selon l'invention à 5 différents types de bateaux.

Les figures 5 et 6 représentent un bateau 24 de type monocoque comportant deux bras latéraux 14 sensiblement horizontaux, fixés sur la coque du bateau 24 et comportant chacun à leur extrémité un stabilisateur hydrodynamique 15. 10 Chaque stabilisateur hydrodynamique 15 est solidarisé à un bras porteur 14 par une liaison pivot verrouillable tel que décrite plus loin. On pourra réaliser le verrouillage par un moyen connu, ou par une charnière de sécurité telle que décrite par la suite. Les bras 14 sont rendus solidaires du 15 bateau 24 par une liaison 49 du type charnière à pivot d'axe vertical. Le bateau 24 comporte également un ou plusieurs capteurs 25 statiques et/ou dynamiques et un calculateur 43 coopérant avec le ou les capteurs et pilotant les stabilisateurs hydrodynamiques 15. Le calculateur 43 est par 20 exemple disposé à l'intérieur de l'habitacle du bateau et les capteurs peuvent être des gyroscopes disposés dans l'habitacle du bateau ou encore des accéléromètres verticaux fixés en bout des bras 14 pour calculer l'angle de gîte instantané et des capteurs de pression situés sur les mâts 25 plongeants, dans des zones toujours immergées, pour calculer l'angle de gîte moyen vrai en recalant les résultats du calcul de gîte instantanée, ainsi qu'un capteur de vitesse pour mesurer la vitesse du bateau sur l'eau (qui renseigne sur le facteur de proportionnalité entre l'angle d'incidence 30 des ailerons orientables et leur force de portance hydrodynamique induite).

Le fonctionnement du dispositif de stabilisation du bateau est le suivant :

Le calculateur électronique 43, auquel sont reliés les 35 moyens moteurs des stabilisateurs hydrodynamiques 15 et les capteurs 25 précités, fait partie, seul ou en compagnie d'un ou plusieurs autres calculateurs électroniques avec lesquels

il est interconnecté, d'une centrale de navigation embarquée à bord du bâtiment.

Cette centrale comprend des capteurs qui sont tous de types connus, solidaires de la structure du bâtiment, d'un
5 carénage pivotant, ou encore d'un stabilisateur hydrodynamique, et reliés à un ou plusieurs calculateurs précités et cette centrale comprend un logiciel doté d'une fonction d'acquisition des mesures de ces capteurs, tels que
10 lesdits capteurs et la fonction logicielle précitée coopèrent en sorte d'élaborer les valeurs numériques périodiquement actualisées -par exemple 10 à 20 fois par seconde- des composantes des écarts en rotation du bâtiment par rapport à son assiette ou à son cap nominaux, qui sont nécessaires à l'élaboration des ordres de commande aux actionneurs
15 d'orientation des ailerons immergés précités à force de portance hydrodynamique en fonction des mouvements du bateau et afin d'obtenir les effets de stabilisation recherchés.

Ces effets recherchés sont, suivant différents modes de réalisation du dispositif selon l'invention, une ou plusieurs
20 stabilisations angulaires (en roulis, en tangage, en lacet ou selon une ou des compositions de ces mouvements).

Le calculateur 43 détermine le couple stabilisant nécessaire pour chacune desdites stabilisations angulaires recherchées, puis il en déduit la force de portance
25 hydrodynamique requise de chaque aileron orientable -en tenant compte de sa disposition par rapport au bateau-, enfin il envoie aux moyens moteurs des ailerons orientables la consigne visant à obtenir cette force de portance. Il est préférable que cette consigne soit l'angle de braquage des
30 volets de bord de fuite 7 et 8 (figures 1 à 3) par rapport à leurs ailerons orientables 1 et 2 (en tenant compte de la vitesse du bateau), lesdits ailerons orientables prenant ainsi spontanément l'incidence appropriée à la force de portance désirée en accompagnant le mouvement des vagues,
35 sans que le calculateur ait à tenir compte dudit mouvement des vagues.

La figure 6 représente le bateau 24 équipé des stabilisateurs hydrodynamiques 15 selon l'invention, lorsque

ces stabilisateurs sont en position inactive et repliée. Les bras 14 ont été repliés sur les flancs du bateau et les stabilisateurs hydrodynamiques 15 ont subi une rotation de 180° autour d'un axe horizontal parallèle au bras 14, afin d'être relevés et émergés. Une telle configuration permet avantagement au bateau de naviguer en eaux peu profondes sans risquer d'endommager les stabilisateurs hydrodynamiques et de réduire l'encombrement du bateau, par exemple pour faciliter l'entrée et l'amarrage de ce dernier dans une zone portuaire.

La figure 7 représente un catamaran dont les deux flotteurs 27 se soulèvent entièrement hors de l'eau sur des foils à grande vitesse, auto-stable en gîte transversale grâce à l'inclinaison en V des foils et qui est stabilisé en assiette longitudinale (mouvements de cabré et de piqué) et en lacet par un stabilisateur hydrodynamique 15 selon l'invention, à deux ailerons 1 et 2 (comme illustré en figure 3) fixé à l'extrémité d'un bras horizontal 14 solidaire de l'arrière du bateau, dans son plan vertical de symétrie, stabilisateur dont l'aileron 2 fait aussi office de gouvernail pour diriger le bateau.

Dans un autre exemple, non illustré, un paquebot de croisière sera muni de six stabilisateurs 15 selon l'invention à un seul aileron 1 (comme illustré aux figures 1 ou 2), fixés au bout de six bras sensiblement horizontaux 14. Deux bras 14 latéraux à bâbord et deux autres symétriques à tribord ont une fonction principalement anti-roulis. Un autre bras 14 droit devant et un dernier en plein sur l'arrière du bâtiment ont une fonction anti-tangage. Les quatre bras latéraux sont repliables dans le plan horizontal contre les flancs bâbord et tribord du paquebot au moyen de liaisons pivot verrouillables à axes verticaux. Le bras de poupe et le bras de proue sont relevables au-dessus du pont du paquebot en pivotant dans le plan vertical longitudinal de symétrie du bâtiment au moyen de liaisons pivot verrouillables à axes horizontaux perpendiculaires à ce plan.

La figure 8 représente un exemple de réalisation de la liaison entre la tête du mât plongeant 5 et le bras 14 au

moyen d'une charnière de sécurité à pivot d'axe sensiblement horizontal et perpendiculaire au plan de symétrie du bateau, verrouillable en position verticale du mât plongeant 5 par maintien en appui contre une butée angulaire par la force d'attraction magnétique d'aimants. Le mât plongeant 5 et son carénage pivotant 6 sont dessinés en traits continus pour la position verticale du mât plongeant et en traits pointillés pour montrer une position semi-relevée vers l'arrière. La barre centrale horizontale 146 d'un support 141 en forme de "U" solidaire du bras 14 porte une série d'aimants 145 fixés à sa partie supérieure. Ces aimants adhèrent par attraction magnétique à une plaque en matériau ferreux 144 solidaire d'une patte 143. Cette patte 143 est elle-même solidaire du mât plongeant 5 et elle pivote librement autour d'un arbre sensiblement horizontal 142 qui est solidaire des branches latérales du "U" du support 141. En cas d'effort trop intense vers l'arrière (par heurt d'obstacle par exemple) exercé sur un aileron orientable 1 ou 2 (figures 1 à 3) ou sur le carénage pivotant 6, le mât plongeant 5 se relève ainsi automatiquement vers l'arrière. Le relèvement peut aussi être provoqué volontairement pour réduire le tirant d'eau, par exemple par traction vers l'arrière et le haut d'un filin fixé au bas du bord de fuite du carénage pivotant 6.

Une telle réalisation permet avantageusement de réaliser le maintien du mât plongeant 5 en position basse par un verrouillage à résistance calibrée contre une force tendant à faire reculer le mât plongeant. Ce mode de réalisation laisse librement pivoter le mât plongeant 5 vers l'arrière qui peut ainsi se relever lorsque la résistance limite est atteinte.

Le stabilisateur hydrodynamique selon l'invention est également réalisable en supprimant les volets 7 et 8 de bords de fuite (figures 1 à 3) et en assurant l'orientation du ou des ailerons 1 et 2 par un moyen moteur (par exemple un moteur électrique disposé entre l'aileron et son axe de rotation). Mais une telle réalisation ne permet pas un pilotage simultanément aussi fiable, aussi simple et aussi efficace des ailerons que la réalisation décrite en relation avec les figures 1 à 3.

Le mode de réalisation préféré est celui où les ailerons orientables 1 et 2 sont munis de volets de bords de fuite respectivement 7 et 8, ce qui offre à la fois l'avantage d'une moindre consommation d'énergie pour l'orientation et
5 une meilleure fiabilité (il n'est pas nécessaire de corriger le signal de consigne pour éviter une fluctuation de portance due aux vagues, ce qui évite d'immerger des capteurs de direction du courant pouvant être perturbés par des algues).

On utilisera en outre préférentiellement des ailerons du
10 type "compensé" munis de volets de bord de fuite. On entend par aileron compensé un aileron dont l'axe de rotation est situé sensiblement sur la corde du profil, à environ 20% de la longueur de cette corde en aval du bord d'attaque.

La figure 9 représente un exemple de mode de réalisation
15 de bateau selon l'invention, ici du type voilier, comportant une plate-forme 52, un flotteur principal profilé 51 complètement immergé solidaire de la plate-forme 52 par deux pylônes porteurs 16, quatre bras rayonnants 14 sensiblement horizontaux solidaires de ladite plate-forme et supportant en
20 leur extrémité des flotteurs auxiliaires 53 à coque fermée, étanche et profilée, supportant dans leur partie inférieure des mâts 5 plongeant dans l'eau (tel que représentés sur les figures 1 à 3) et munis d'ailerons orientables 1, 2 à effet de portance hydrodynamique, un mât central 68 et une voilure
25 57 et 59, de conception classique, assurant la propulsion du bateau. Dans cet exemple de réalisation de l'invention, chaque écoute d'orientation de voile 57 ou 59 fait partie d'un dispositif compensateur d'effort régulant automatiquement le couple de chavirage dû à cette voile, en
30 coopération avec le calculateur 43, et dont la structure et le fonctionnement seront décrits par la suite.

Chaque pylône porteur 16 et chaque mât plongeant 5 est enveloppé d'un carénage hydrodynamique mobile 6, pivotant librement sous l'effet du courant local afin de réduire sa
35 traînée hydrodynamique comme décrit en relation avec les figures 1 à 3 et 4a à 4d. Le concept de carénage hydrodynamique mobile est déjà connu et ne demande donc pas à être décrit. On pourra cependant se référer au brevet

FR-2817531 qui décrit un tel carénage. Il sera cependant préférable d'utiliser un carénage pivotant dont le couple de rappel est augmenté en cas de désalignement, par exemple grâce à un moyen élastique de rappel (comme un ressort de torsion ou un servomoteur à couple progressif) et/ou grâce à un empennage à effet de portance hydrodynamique situé au delà du bord de fuite du profil hydrodynamique du carénage et constitué par une plaque verticale solidaire du carénage ou par une aile profilée mobile autour d'un axe vertical solidaire du carénage et orientée par un moyen moteur en coopération avec un moyen de mesure de l'angle du carénage avec la direction de l'écoulement local de l'eau. On pourra utiliser des carénages pivotants 6 autour des pylônes porteurs 16 de même type que ceux décrits en relation avec les figures 4a et 4c pour les mâts plongeants 5 (le pylône 16 jouant alors vis à vis du carénage 6 le rôle du mât 5).

Le bateau comporte également un calculateur électronique 43, de type connu, coopérant avec des moyens de mesure de position, d'inclinaison, de vitesse et/ou d'accélération afin de déterminer les mouvements du bateau et de modéliser ces mouvements en mouvements de roulis, de tangage, de lacet, ainsi que mouvements alternatifs du centre de gravité du bateau dus au passage des vagues, constitués du mouvement vertical du centre de gravité (alternativement de montée et de descente) et du mouvement latéral du centre de gravité (alternativement de déport vers bâbord et vers tribord). Ces moyens de mesure peuvent être, par exemple, des capteurs de hauteur, des sonars aériens 34 à réflexion sur la surface de l'eau, des accéléromètres 26, des capteurs de pression immergés, des girouettes immergées, des gyroscopes, ou tout autre moyen de mesure de position, de mouvement ou d'accélération, afin de déterminer les mouvements du bateau et de les modéliser en mouvements de déplacements décomposés en mouvements de roulis, de tangage et de lacet, et de mouvements de déplacements transversaux du centre de gravité du bateau selon deux axes transversaux non parallèles, par exemple vertical et horizontal.

Le calculateur 43 coopère également avec des moyens de

mesure de l'environnement du bateau afin de déterminer les mouvements des vagues en amont de chaque flotteur principal immergé 51 (cet exemple n'en possède qu'un, mais on peut envisager un bateau selon l'invention qui en possède 5 plusieurs), de modéliser au niveau de l'axe de ce flotteur les mouvements de l'eau transversaux à la route du bateau en mouvement horizontal et en mouvement vertical, de modéliser à la suite les forces hydrodynamiques transversales sur le flotteur principal 51 dues aux vagues et d'autre part de 10 déterminer les forces aérodynamiques sur les éléments du bateau offrant une prise au vent. Ces différents moyens pouvant par exemple être des girouettes anémométriques, des capteurs d'orientation de voiles, des girouettes immergées, des capteurs de pression immergés, des sonars aériens 34 à 15 réflexion sur la surface de l'eau, des palpeurs de surface de l'eau, ou encore des caméras vidéo. Lorsque le bateau est en navigation rapide, plate-forme 52 et flotteurs auxiliaires 53 entièrement hors de l'eau, le calculateur 43 coopère avec les moyens d'orientation des ailerons orientables immergés à 20 effet de portance hydrodynamique et avec le dispositif d'équilibrage à masses mobiles (décrit plus loin) afin de maintenir le niveau moyen de la surface de l'eau sensiblement à mi-distance des parties du bateau devant rester émergées (plate-forme 52 et flotteurs auxiliaires 53) et des parties 25 du bateau devant rester immergées (flotteur principal 51 et ailerons orientables 1, 2).

Le calculateur 43 est enfin relié le cas échéant à un organe de commande manuel permettant à l'équipage de choisir le degré de stabilisation du bateau, réglable par logiciel 30 entre la stabilisation maximum (objectif 100% de stabilisation par rapport aux vagues courtes et 0% de suivi des vagues longues) et le "contouring" maximum (0% de stabilisation par rapport aux vagues courtes et objectif 100% de suivi des vagues longues). Le logiciel garde cependant 35 pleine autorité pour assurer prioritairement un équilibre d'assiette et d'altitude du bateau suffisant pour limiter la probabilité, lorsque le bateau est en navigation rapide, plate-forme 52 et flotteurs auxiliaires 53 entièrement hors

de l'eau, que la plate-forme 52 ou un flotteur auxiliaire 53 heurte une crête de vague ou que le flotteur immergé 51 ou un aileron orientable se découvre dans un creux de vague.

Les flotteurs auxiliaires 53 sont répartis autour de la plate-forme 52 de manière à assurer l'équilibre d'assiette à l'arrêt ou à faible vitesse du bateau. Une telle disposition des flotteurs illustre un exemple de réalisation de l'invention. On pourra envisager d'autres modes de réalisation, par exemple en rendant certains flotteurs auxiliaires 53 directement solidaires de la plate-forme 52. Dans cet exemple de réalisation, le bateau comporte quatre flotteurs, mais on pourra également réaliser l'invention avec trois flotteurs, ou plus de trois flotteurs.

La figure 10 est une vue schématique illustrant l'extrémité d'un bras tel que décrit précédemment pour cet exemple. Sur cette vue, le flotteur auxiliaire 53 comporte en sa partie centrale un compartiment fermé et étanche 54 et en sa partie avant des capteurs 26 d'accélération, par exemple des accéléromètres linéaires mesurant les accélérations transversales verticale (haut/bas) et horizontale (bâbord/tribord). Le compartiment étanche 54 communique avec une canalisation 55 dont le fonctionnement sera expliqué plus loin. Le flotteur auxiliaire 53 comporte dans sa partie inférieure un stabilisateur hydrodynamique 15 comportant un mât plongeant enveloppé d'un carénage hydrodynamique mobile 6, pivotant librement sous l'effet du courant local. Un capteur 34, du type sonar aérien à réflexion sur la surface de l'eau, est fixé à l'extrémité d'une perche 38 à l'avant du flotteur auxiliaire. Ce capteur 34 effectue la mesure instantanée de la distance verticale à la surface de l'eau en avant du bateau et coopère avec le calculateur 43 (figure 9) pour contourner les plus hautes vagues lorsque la fonction "contouring" est mise en service par l'équipage. Dans cet exemple de réalisation, le stabilisateur 15 plongeant dans l'eau est fixé directement sous le flotteur auxiliaire 53, mais on pourra très bien réaliser l'invention en fixant directement ce stabilisateur plongeant au bras rayonnant 14. Le stabilisateur 15 mis en œuvre sera préférentiellement un

stabilisateur tel que décrit précédemment en relation avec la figure 3. Dans cet exemple de réalisation, les ailerons hydrodynamiques 1 et 2 ont leurs pivots respectivement horizontaux et verticaux. Mais on pourra réaliser l'invention
5 au moyen de tout autre type ou disposition à l'aide d'un ou plusieurs appendices immergés orientables à effet de portance hydrodynamique, pourvu que l'orientation de ce ou ces appendices fournisse une portance dont la composante dans le plan vertical perpendiculaire à l'axe du flotteur profilé
10 constamment immergé 51 (figure 9) soit orientable par des moyens d'orientation commandés par le calculateur 43 dans toute direction de ce plan.

Les figures 11a et 11b illustrent le fonctionnement d'un dispositif de tare 500 réglable permettant d'augmenter ou de
15 diminuer la masse du bateau. Dans cet exemple, la plate-forme 52 comporte un réservoir 17 situé à proximité du centre de gravité du bateau et de préférence dans la partie la plus basse du bateau. Ce réservoir 17 est relié à un dispositif de remplissage et de vidange (par exemple une pompe) permettant
20 de le remplir plus ou moins d'eau. Lorsque le bateau est à l'arrêt ou navigue à faible vitesse, il est préférable que tous les flotteurs auxiliaires 53 soient au contact de l'eau afin de garantir une bonne stabilité du bateau (fig. 11a). A l'inverse, à grande vitesse il faut que la plate-forme 52 et
25 les flotteurs 53 soient entièrement hors d'eau afin de supprimer toute force hydrostatique ou hydrodynamique exercée sur leur coque. La tare 500 permet de régler la hauteur du bateau par rapport à la surface moyenne de l'eau pour la navigation en vitesse rapide (fig. 11b). Cette hauteur doit
30 être telle que les crêtes de vagues ne heurtent pas les flotteurs auxiliaires 53 ou la plate-forme 52 et telle que les creux de vagues ne fassent pas découvrir d'ailerons hydrodynamiques orientables, ni le flotteur principal immergé 51. Le fonctionnement du dispositif de tare 500 réglable
35 permettant d'augmenter ou de diminuer la masse du bateau est le suivant : lorsque le bateau est à l'arrêt ou à basse vitesse, le réservoir 17 est rempli d'eau afin de lester le bateau. En configuration de navigation rapide, le réservoir

17 est totalement ou partiellement vidangé, en fonction de la charge du bateau, afin que le flotteur principal 51 assure à lui seul la flottabilité du bateau. Dans cet exemple de réalisation, le réservoir 17 est situé à la base de la plate-
5 forme 52, mais l'invention pourra aussi être réalisée en plaçant ce réservoir dans le flotteur immergé 51, ce qui est d'ailleurs préférable pour abaisser le centre de gravité.

Afin de régler au mieux le tarage du bateau on pourra disposer des capteurs de pression statique 40 immergés au
10 niveau des mâts plongeants ou du flotteur profilé immergé 51 ou encore des sonars aériens à réflexion sur la surface de l'eau, portés par les flotteurs 53. On pourra faire passer les canalisations permettant le remplissage et la vidange du réservoir 17 par une lumière ménagée dans le carénage 6
15 pivotant autour d'un pylône porteur. Plus généralement, des lumières dans les carénages pivotants 6 de pylônes porteurs ou de stabilisateurs hydrodynamiques pourront être utilisées pour le passage d'organes reliant une zone émergée et une zone immergée du bateau (comme par exemple : câbles,
20 canalisations, arbres tournants).

La figure 12 illustre un dispositif d'équilibrage 501 à masses mobiles ajustable en permanence. Dans cet exemple, le bateau est vu de l'avant et il reçoit le vent de tribord (venant donc de la gauche sur la figure).

25 Lorsque le bateau navigue à vitesse rapide, s'il subissait une inclinaison α trop importante par rapport à la verticale, un ou deux flotteurs auxiliaires 53 de bâbord commenceraient à s'enfoncer dans l'eau et en outre les deux ailerons orientables sensiblement verticaux 2 de tribord
30 commenceraient à émerger et les ailerons orientables sensiblement horizontaux 1 de tribord commenceraient à caviter et seraient sur le point d'émerger. Cela provoquerait respectivement un effet de freinage sur bâbord tendant à faire pivoter le bateau vers bâbord, puis un risque de
35 brutale et totale perte de portance verticale des ailerons orientables horizontaux 1 de tribord entraînant une brusque augmentation de la gîte vers bâbord et un appui accru des flotteurs auxiliaires 53 de bâbord, accélérant ainsi le

pivotement vers bâbord. De façon analogue, une inclinaison excessive du bateau vers l'avant ou vers l'arrière entraînerait des inconvénients comparables. Il est donc impératif de prévoir un dispositif d'équilibrage permettant
5 de modifier la position du centre de gravité du bateau, latéralement et longitudinalement, en fonction d'efforts extérieurs appliqués au bateau ou d'une mauvaise répartition de la charge utile embarquée à bord.

Le dispositif d'équilibrage 501 comprend les
10 compartiments fermés et étanches 54 situés dans des flotteurs auxiliaires 53 et partiellement remplis d'eau, des canalisations 55 reliant ces compartiments entre eux et au moins une pompe 11 et éventuellement un organe distributeur effectuant la répartition d'eau entre les différents
15 compartiments. Cette pompe 11 et cet organe distributeur pourront éventuellement être reliés au réservoir 17 pour que les réservoirs 54 soient complètement remplis lorsque le bateau est à l'arrêt ou en vitesse lente. Le fonctionnement du dispositif d'équilibrage à masses mobiles ajustable en
20 permanence est le suivant :

Le calculateur 43 (figure 9) définit, en fonction des angles d'assiette moyens du bateau (on entend par angles d'assiette les angles d'inclinaison latérale et d'inclinaison longitudinale du bateau), les transferts d'eau à effectuer.
25 La pompe 11 et l'organe distributeur coopèrent avec le calculateur 43 et répartissent l'eau entre les réservoirs 54, au moyen des canalisations 55, afin de modifier la position du centre de gravité du bateau. On pourra faire coopérer les capteurs 40 de pression statique avec le calculateur 43 pour
30 détecter les angles d'assiette. On pourra également envisager un dispositif d'équilibrage à masses mobiles ajustable en permanence par des déplacements latéraux et/ou longitudinaux de contrepoids mobiles le long de guides, positionnés le long de ces guides par des mécanismes comprenant des actionneurs
35 et des capteurs de position. Cependant, l'équilibrage par transfert de masses d'eau reste le mode de réalisation préféré.

La figure 13 est une vue schématique illustrant un exemple de réalisation d'un bras 14. Dans cet exemple, le bras comporte deux tronçons 14a et 14b et le flotteur auxiliaire 53 est fixé au bras rayonnant 14 par une liaison à plusieurs positions verrouillables. Les deux tronçons 14a et 14b sont reliés entre eux par une liaison 12 du type pivot verrouillable à axe horizontal. La liaison entre le flotteur 53 et le bras 14 est par exemple réalisée par une glissière portée par les deux tronçons du bras et un moyen de verrouillage à chacune des deux positions, par exemple un crabot et une vis de pression ou un verrou à pêne conique.

Dans la configuration de navigation normale du bateau, le bras 14 est complètement déployé et la liaison entre les deux tronçons est verrouillée afin qu'ils ne puissent pivoter l'un par rapport à l'autre. Le flotteur 53 est fixé près de l'extrémité du bras 14, à proximité du mât plongeant 5. Lorsque l'équipage souhaite réduire l'encombrement horizontal du bateau à faible vitesse, par exemple pour faciliter l'accès au port, les bras 14 peuvent être repliés. Pour adopter cette configuration repliée, l'équipage déverrouille le flotteur 53 puis le rapproche de la plate-forme 52 jusqu'à l'extrémité du tronçon 14a solidaire de la plate-forme 52 et il verrouille le flotteur 53 dans cette nouvelle position (qui est représentée en traits pointillés sur la figure). Le flotteur 53 étant verrouillé dans cette position, la liaison 12 entre les deux tronçons du bras 14 est déverrouillée et le second tronçon 14b est alors replié sur le premier tronçon 14a, comme représenté en traits mixtes sur la figure. Afin de faciliter cette manœuvre, on pourra disposer un câble 47 entre l'extrémité du bras 14 et une poulie située au sommet du mât 68. Une variante de réalisation consiste à fixer les flotteurs auxiliaires 53 aux bras rayonnants 14 par des liaisons du type pivot à axe sensiblement vertical à plusieurs positions verrouillables. Cette variante de réalisation est particulièrement adaptée lorsque les bras 14 sont fixés à la plate-forme 52 par une liaison du type pivot vertical à plusieurs positions verrouillables, telle que

décrite en relation avec les figures 5 et 6, pour être repliables.

Les paragraphes ci-dessous relatifs au bateau selon l'invention décrivent des exemples supplémentaires de modes de réalisation envisageables dudit bateau.

Dans cet exemple envisagé ci-dessus de réalisation de bateau selon l'invention, les stabilisateurs hydrodynamiques 15 sont tous de type illustré en figure 3. On pourra aussi envisager d'autres modes de réalisation de l'invention, par exemple en faisant porter par des mâts plongeants 5 distincts les ailerons orientables sensiblement horizontaux 1 et sensiblement verticaux 2. On pourra aussi placer plusieurs stabilisateurs hydrodynamiques 15 (de type relevable, comme décrit plus loin) par bras rayonnant 14, ce qui permet d'adapter la surface d'ailerons immergés aux conditions de mer rencontrées. On pourra aussi remplacer les deux ailerons 1, 2 d'un même stabilisateur 15 par un unique appendice immergé profilé orientable selon deux axes orthogonaux à l'axe du flotteur immergé 51, cet appendice, vu depuis l'amont, présentant l'aspect de deux ailerons disposés en croix, ou bien l'aspect d'une tuyère à section rectangulaire constituée par quatre ailerons solidaires entre eux et parallèles deux à deux ou à section annulaire (aileron profilé recourbé sur 360°). Cependant, le mode de réalisation illustré en figure 3 avec deux ailerons 1, 2 indépendants est celui préféré.

L'exemple décrit ci-dessus est un voilier, mais on pourra aussi réaliser un bateau selon l'invention à propulsion à moteur, par exemple utilisant un combustible embarqué. En cas de propulsion par hélice(s) immergée(s), il sera avantageux de placer la ou les hélices à la pointe arrière du (ou de chaque) flotteur immergé 51.

Pour faciliter l'accès dans les ports, le flotteur principal immergé 51 pourra être relevable contre la plate-forme 52 par rétractation des pylônes porteurs 16 avec leurs carénages pivotants 6 dans des logements de ladite plate-forme, et même être partiellement encastrable dans ladite plate-forme grâce à une voûte ménagée dans sa zone inférieure

(détail non dessiné).

Pour augmenter la vitesse du bateau, le flotteur principal immergé 51 pourra être muni d'un moyen de réduction de traînée par aspiration de la couche limite à travers un
5 semis d'orifices de petit diamètre tapissant la surface du flotteur, au moyen d'une pompe, ces orifices étant périodiquement dégagés par une brève chasse en sens inverse au moyen d'une autre pompe ou d'air comprimé.

Pour un bateau de grande taille, un accès au compartiment
10 du flotteur principal immergé 51 depuis la plate-forme 52 pourra être prévu pour des visites de maintenance ou pour y entreposer des marchandises ou du fret. Il pourra s'agir d'un accès permanent au moyen d'un passage par un pylône porteur 16, qui est alors tubulaire, ou d'un accès temporaire à
15 l'arrêt au moyen d'un tube vertical coulissant par un moyen moteur et de façon étanche dans la plate-forme 52 afin que ce tube forme puits de communication temporaire entre la plate-forme et le flotteur immergé 51, ce tube venant alors plaquer son extrémité basse munie d'un moyen d'étanchéité
20 périphérique (par exemple un joint ou une ventouse annulaire reliée à une pompe aspirante) sur le dessus du flotteur immergé 51, autour d'une porte étanche ménagée dans la paroi de ce flotteur ; une pompe permet d'évacuer l'eau du tube avant ouverture de la porte ; en cours de navigation, ce tube
25 reste rétracté dans la plate-forme 52 derrière une porte.

Afin de garantir une bonne stabilité du bateau selon l'invention lorsqu'il est du type à propulsion éolienne et d'optimiser l'utilisation du vent comme élément moteur, il est important de pouvoir ajuster en permanence l'orientation
30 de la voilure du bateau. L'invention concerne donc également un dispositif compensateur d'effort pour orienter une voilure de bateau. Un tel dispositif peut s'adapter et être utilisé sur tout type de bateau à voile, ainsi que sur d'autres véhicules à voile, par exemple un char à voile. Le dispositif
35 compensateur d'effort selon l'invention a pour but d'exercer un couple (ou un effort) variable sur l'organe d'orientation de la voilure, afin de permettre soit une orientation automatique de ladite voilure en fonction du vent, soit

l'assistance à une orientation définie. On entend par "voilure" tout organe utilisant la force éolienne comme moyen moteur appliqué au bateau, cet organe pouvant par exemple être une voile, un mât-aile ou une "turbovoile". On entend
5 par "organe d'orientation de la voilure" l'organe solidaire de cette voilure par lequel l'angle d'orientation par rapport au bateau de ladite voilure peut être fixé, c'est à dire par exemple une écoute de voile fixée à une extrémité de la voile ou près de l'extrémité de la bôme solidaire de la voile, ou
10 une bielle dont l'extrémité est solidaire de la voilure ou d'une manivelle solidaire en rotation de ladite voilure (par exemple solidaire de la base d'un mât-aile pivotant ou de la bôme d'une voile), ou encore une roue dentée engrenant avec une vis sans fin ou une chaîne ou encore une courroie
15 crantée, roue coaxiale à l'axe de pivotement de la voilure et solidaire en rotation de ladite voilure (par exemple solidaire de la base d'un mât-aile pivotant ou de la bôme d'une voile).

Dans le mode de réalisation des dispositifs compensateurs d'efforts de l'exemple ci-après, des écoutes tiennent le rôle d'organe d'orientation de voilure et chaque voilure est une voile sans bôme ou avec bôme.

La figure 14a illustre l'application de dispositifs compensateurs d'efforts 502 pour l'orientation de voilures de
25 bateau selon l'invention à un voilier de plaisance. Dans cet exemple de réalisation, le bateau comporte une voilure d'arrière constituée d'une grand-voile 57 munie d'une bôme orientée par l'écoute 56 et une voilure d'avant constituée d'un foc 59 orienté par l'écoute 58 située du côté sous le
30 vent. Un mât central 68 supporte la grand-voile 57, la bôme et le sommet du foc 59. Le pont 61 est muni de trois points de tire d'écoute: un pour la grand-voile, situé à l'arrière et deux pour le foc, dont un situé à bâbord et l'autre situé à tribord. A chacun de ces trois points de tire, le winch
35 habituel est remplacé par un dispositif 60 selon l'invention pour le réglage de l'écoute orientant la voilure associée.

La figure 14b illustre schématiquement un mode de réalisation d'un dispositif compensateur d'effort 502 selon

l'invention, comprenant un dispositif élastique global 201 dont l'organe mobile 71 de sortie -représenté ici par un palonnier 103 ou un câble 71- entraîne l'orientation de la voileure par l'intermédiaire d'un dispositif de transmission de mouvement 200. Ledit dispositif de transmission de mouvement 200 oriente la voileure par l'intermédiaire de l'écoute 56 (ou 58) qui remplit ici le rôle d'organe d'orientation de voileure, tel que défini plus haut. On désigne dans la suite par "dispositif de traction d'écoute" 60 l'ensemble des éléments constituant le dispositif 502, à l'exception de ladite écoute 56 (ou 58).

Ce dispositif 60 de traction d'écoute, dans le mode de réalisation envisagé pour cet exemple, comprend deux treuils solidaires 66 et 69 à enroulements antagonistes dont le second 69 comporte une gorge 70 à rayon d'enroulement variable et tire par un câble 71 un dispositif élastique global 201, schématisé par un palonnier 103 accroché à des ressorts de traction 37 ancrés à la structure 30 du bateau. Ce dispositif élastique global 201 est représenté à titre d'exemple. On lui préférera cependant un dispositif élastique global 201 comportant un ou plusieurs organes élastiques, chacun réalisé par un vérin relié par une canalisation à un réservoir de gaz comme il sera décrit par la suite, en relation avec les figures 15 et 16.

Dans l'exemple de réalisation envisagé (figure 14a), le voilier comporte trois dispositifs 502 compensateurs d'efforts selon l'invention, qui peuvent être complètement distincts, ou bien avoir en commun un même calculateur électronique, situé par exemple dans l'habitacle. Des capteurs ou organes de servitude peuvent aussi être communs et partagés par les trois dispositifs 502 (par exemple : girouette anémométrique commune, compresseur d'air commun utilisé en alternance, ou bien utilisé simultanément). Dans le cadre de l'application de ce dispositif à un bateau tel que décrit précédemment en relation avec les figures 5, 7 et 9 à 12, on pourra judicieusement utiliser les différents capteurs et moyens de mesures déjà présents sur le bateau,

ainsi que le calculateur 43 (figure 9) déjà mis en œuvre pour la stabilisation du bateau.

Lors de la conception du dispositif 60, les caractéristiques d'élasticité du dispositif élastique global 5 201 et la loi d'évolution du rapport de transmission du dispositif 200 liée à l'évolution du rayon d'enroulement sur le tambour 69 en fonction de l'angle d'enroulement sont choisies de manière à permettre, pour un réglage donné desdites caractéristiques d'élasticité, que le moment de la 10 force de rappel exercée par l'écoute sur la voileure soit constant, ou progressivement et faiblement croissant, lorsque la voileure pivote de l'orientation correspondant à l'allure du "près serré" jusqu'à l'allure du "vent arrière". Ainsi, les dispositifs 60 de tension des écoutes garantissent que le 15 couple de chavirement dû à la voileure en cas de brusque survente ne puisse s'accroître de façon dangereuse (la voileure tendant à s'orienter spontanément dans l'axe du vent). Sur la figure 14a, le mât 68 est non haubané et il est pivotant sur 360° autour d'un axe vertical. Des chandeliers 20 verticaux 63, jouant le rôle d'écarteurs d'écoute 56 et 58 de l'axe du bateau, situés symétriquement à bâbord et à tribord, sont solidaires du pont et munis chacun d'un manchon cylindrique avec joues de garde, tournant sur roulements. Ces chandeliers 63 ont une hauteur et une disposition telles que 25 les écoutes 56 et 58, interceptées au passage, s'appuient sur eux lorsque la grand-voile 57 ou le foc 59 pivotent loin vers l'avant, en sorte que l'angle de traction plus favorable réduise la traction maximum. L'écoute de foc du côté au vent (non dessinée) est détendue et enroulée sur le tambour 66 30 (figure 14b) du dispositif 60 dont les organes élastiques sont alors tous placés hors service. Seul dépasse de l'orifice du pont 61 l'œil terminal de l'écoute, qui recevra au prochain virement de bord le mousqueton d'accrochage du point d'écoute de foc.

35 Dans le mode de réalisation envisagé pour cet exemple, chacun des dispositifs 60 de tension d'écoute comporte un tambour cylindrique 66, illustré plus complètement sur la figure 17, bordé par deux flasques 67 anti-échappement,

tournant librement sur deux roulements à rouleaux coniques 104 maintenus par un support (non dessiné) solidaire du pont 61, tambour 66 sur lequel s'enroule l'écoute 56 ou 58. Ce tambour 66 est solidaire d'un tambour coaxial 69 à rayon
5 d'enroulement variable muni d'une gorge 70 à profil de came multitours, dans le creux de laquelle est enroulé en sens opposé un câble souple et inextensible 71. Ce dernier fournit un couple antagoniste à celui de l'écoute par ancrage à un étrier de traction 90 solidaire de la tige du piston d'un
10 vérin pneumatique 72 (figures 15 et 16), à frottement quasi-nul et dont le corps 73 est solidaire du pont 61 par des supports (non dessinés). Ce vérin 72 est relié par une canalisation 81 à un réservoir d'air comprimé 82, illustré en figure 15. L'équipage (ou un calculateur) adapte la pression
15 moyenne dans ce réservoir en fonction de la force du vent et de la surface de la voile en service au moyen d'un ensemble de compresseur, canalisation, vannes et manomètre reliés à ce réservoir. Le réglage de la pression moyenne du réservoir permet ainsi de régler l'effort élastique moyen du vérin.

20 L'évolution du rapport des rayons d'enroulement de l'écoute 56 ou 58 sur le tambour 66 et du câble antagoniste 71 sur le tambour 69 en fonction de l'angle de rotation de ces tambours est prévue de manière telle que le moment de la force de traction de l'écoute par rapport à l'axe de
25 pivotement de la voile croisse de façon sensiblement linéaire en fonction de l'angle du plan moyen de cette voile avec le plan de symétrie du bateau, avec une variation totale d'environ 10% lorsque cet angle passe de 0° (bateau "bout au vent") à 180° (bateau "vent arrière", voile complètement vers
30 l'avant). L'invention peut être aussi réalisée de manière différente, par exemple en donnant aussi au tambour 66 un rayon d'enroulement variable, ou encore en séparant les tambours 66 et 69 et en les reliant par un train d'engrenages, ou même en cascasant plusieurs dispositifs 66,
35 69 à enroulements antagonistes.

L'invention peut être réalisée à l'aide d'un ou plusieurs organes élastiques. Dans le mode de réalisation envisagé pour cet exemple, chaque organe élastique du dispositif élastique

global 201 est réalisé par un vérin pneumatique 72 à frottement quasi-nul (figures 15 et 16), sensiblement colinéaire à la force de traction du câble 71. Ce vérin 72 est formé d'un corps cylindrique 73 dans lequel coulisse un piston cylindrique 74 avec un jeu annulaire. Une membrane armée souple tubulaire 75 (voir détail sur la figure 16), ancrée au périmètre du fond du corps 73 et sur la tête du piston 74, est retournée comme un doigt de gant et roule entre les parois 73, 74 coulissantes l'une par rapport à l'autre pour assurer l'étanchéité. Le premier ancrage est assuré par le pincement de la membrane entre la plaque 77 formant fond du corps du vérin et la bride d'extrémité 76 au moyen d'une couronne de vis 78. Le deuxième ancrage est assuré par le pincement de la membrane 75 entre la tête du piston 74 et la contre-plaque 79 par une couronne de vis 80. Chaque ancrage est renforcé (détail non dessiné) par un bourrelet en bord de membrane, prisonnier de deux rainures circulaires ménagées dans les faces en vis à vis des plaques et contre-plaques serrées par vis. Le corps 73 du vérin est solidaire de la structure du bateau et son fond 77 comporte l'orifice d'une canalisation 81 rejoignant le réservoir 82 d'air comprimé, qui est muni d'un manomètre 83. La pression dans ce réservoir est ajustable d'une part au moyen du compresseur 84 puisant l'air extérieur et le refoulant par la canalisation 85 munie d'une vanne d'arrêt 86 et d'autre part au moyen de la vanne de décompression 87 à échappement à l'air libre. Le piston 74 du vérin est solidaire, par l'intermédiaire d'un étrier 88, de deux tiges de traction 89 guidées chacune par deux douilles à billes (non dessinées), dont les bagues extérieures sont solidaires de la structure du bateau. Un second étrier 90, solidaire des tiges 89 à leur autre extrémité, transmet l'effort de traction de celles-ci par une oreille à œil 92 puis une manille 93 qui est ancrée soit directement au câble 71 par une cosse à œil 94 comme dessiné sur la figure 16, soit (cas non dessiné) à l'œil de la moufle mobile d'un palan formant multiplicateur de course, dont l'autre moufle est fixe et solidaire de la structure du bateau ; l'extrémité du câble 71 opposée à l'enroulement sur

le tambour 69 est dans ce cas ancrée à la structure du bateau et la partie centrale dudit câble 71 est tendue entre les poulies des moufles du palan.

Pour atteindre le cœur du mécanisme du dispositif de tension d'écoute 60 situé sous le pont 61, l'écoute 56 ou 58 traverse ce dernier (figure 14b) par un orifice au centre duquel elle est guidée par une poulie supérieure 64, à axe horizontal et pivotante montée sur pivot vertical fixé au pont, et par une poulie 65 à axe horizontal dont la moufle est fixée sous le pont 61. Un mécanisme auxiliaire (figure 17) assure en outre le guidage latéral de l'écoute 56 ou 58 à proximité de son enroulement sur le tambour cylindrique 66.

Un second mécanisme de guidage d'enroulement analogue au précédent est prévu (mais non dessiné) pour le câble 71, disposé symétriquement au premier par rapport au plan perpendiculaire au plan du tracé et passant par l'axe des tambours 66 et 69.

Sur la figure 17, chacun de ces deux mécanismes de guidage d'enroulement comporte une paire de poulies à gorge 95 à section en demi-cercle, qui sont tangentes et forment ensemble un orifice circulaire délimité par les gorges en vis-à-vis et par lequel passe l'écoute ou le câble à guider. Les pivots de ces deux poulies sont portés par un chariot 96 mobile en translation parallèlement à l'axe des tambours 66 et 69. Ce chariot est guidé en translation par des organes de guidage sur un rail 97 solidaire de la structure du bateau. Ce chariot est solidaire par un sabot 98 serré par des vis 99 d'un câble 100 tendu parallèlement à sa course et renvoyé par des poulies 101 à axes perpendiculaires au plan de la figure et solidaires de la structure du bateau vers deux tambours 102 de petit diamètre, coaxiaux avec les tambours principaux et solidaires de ceux-ci en rotation, sur lesquels les extrémités du câble 100 sont ancrées et enroulées en sens opposés. De la sorte, le déplacement en translation du chariot 96 est proportionnel à l'angle de rotation des tambours 66 et 69. Dans une variante de ce mode de réalisation, l'entraînement du chariot 96 est assuré par un système vis-écrou dont l'organe tournant est entraîné en

rotation par la rotation des tambours par un moyen de transmission connu à rapport constant.

Le réglage de la longueur déroulée de l'écoute à une valeur précise est piloté par le logiciel du calculateur électronique commun aux dispositifs 60 de tension d'écoute. A cette fin, d'une part l'angle de rotation du tambour 66 est mesuré par un capteur de mesure angulaire d'un type connu, et d'autre part un moteur électrique pas à pas d'un type courant et à couple de décrochage connu a son arbre de sortie solidaire du tambour par l'intermédiaire d'un mécanisme de transmission de rotation réversible à engrenage. Le capteur angulaire et le dispositif électronique de commande du moteur sont reliés au calculateur électronique précité. Ce dispositif de réglage d'écoute permet de compenser les frottements, tout en laissant filer l'écoute en cas d'effort anormal dû à une survente, sans perdre la connaissance de l'angle du tambour, de manière à rétablir ensuite automatiquement un réglage optimal. Le léger verrouillage angulaire dû au couple rémanent du moteur pas à pas dispense de l'alimenter continuellement en énergie ; ce léger verrouillage peut être si besoin renforcé par un plateau tournant indexé par encliquetage à billes (tous les 10° par exemple), calé sur l'arbre moteur.

Dans l'exemple décrit plus haut de réalisation du dispositif élastique global, le moyen de réglage de l'effort élastique moyen est effectué par modification de la pression moyenne régnant dans le réservoir au moyen de vannes. On pourra envisager à la place, ou bien en complément (ce qui est recommandé), de régler l'effort élastique moyen en prévoyant plusieurs organes élastiques et en faisant varier le nombre d'organes élastiques en service à un instant donné. Un moyen pour la mise hors service d'un organe élastique est la suppression temporaire de l'effet élastique (par exemple, pour des vérins, par mise à pression atmosphérique de leur chambre par un réglage de vannes). Un autre moyen consiste à désaccouplement temporairement l'embase ou le bâti de l'organe élastique par rapport à la structure du bateau (ce qui peut être réalisé par une liaison amovible de type

mécanique ou de type hydraulique à vérin d'accouplement). Encore un autre moyen consiste à désaccoupler temporairement l'organe de sortie mobile propre à l'organe élastique par rapport au dispositif de transmission de mouvement 200 (figure 14b) (ce qui peut s'obtenir par exemple au moyen d'un palan à câble, tendu pour la mise en service et détendu pour la mise hors service).

En référence aux figures 14a à 17, afin d'éviter que la force de portance aérodynamique de la voilure 57, 59 n'atteigne la valeur plancher en dessous de laquelle elle s'effondre brusquement (l'angle d'incidence de ladite voilure par rapport au vent devenant proche de zéro), on pourra utiliser un calculateur coopérant avec des moyens de mesure de la tension d'écoute 56, 58 (par exemple le capteur 83 de pression dans le réservoir 82 et un capteur de type connu de mesure de position angulaire du tambour 66) et coopérant avec le moyen de réglage de l'effort moyen du compensateur d'effort de ladite voilure (par exemple des électrovannes sur les canalisations 81 de chacun des vérins 72 et des électrovannes de mise à l'air libre des chambres de ces vérins), de manière à maintenir la force de portance de ladite voilure entre deux limites dépendant du réglage d'effort moyen (dans ces exemples : nombre et caractéristiques des vérins en service).

Le dispositif selon l'invention peut être utilisé sur tout type de voilier ou de véhicule à voile (par exemple char à voile). Il peut aussi être installé sur tout type de voilier existant disposant de la place nécessaire sous le pont pour les organes du dispositif, le cas échéant en adaptant légèrement l'aménagement intérieur. De plus, il est particulièrement adapté pour les bateaux à dispositif de stabilisation tels que décrits précédemment.

Par rapport aux moyens connus d'orientation d'appendices éoliens, le dispositif selon l'invention offre les avantages suivants : il offre aux passagers un confort amélioré (gîte plus réduite). Il augmente la sécurité (risque de chavirage réduit) et n'exige plus une veille constante de l'orientation en compétition. L'effort musculaire est plus réduit en mode

assistance et la consommation d'énergie est plus réduite dans le cas où le dispositif comporte un actionneur. La régulation fine du couple de chavirage d'origine éolienne en mode automatique est particulièrement intéressante pour les
5 voiliers instables, comme ceux portés par des foils ou des flotteurs immergés.

La réalisation d'un dispositif compensateur d'effort pour l'orientation d'une voilure de bateau mettant en œuvre une écoute de voile a été donnée à titre illustratif. On
10 pourra également obtenir un dispositif compensateur selon l'invention selon d'autres modes de réalisation. Un autre mode de réalisation envisageable consiste à lier en rotation le tambour à rayon d'enroulement variable, directement ou par l'intermédiaire d'un engrenage, au mât 68 supportant la
15 voilure ou à la bôme de voile. D'autres modes de réalisation du ou des éléments élastiques selon l'invention sont aussi envisageables en utilisant -au lieu de l'élasticité d'un gaz dans un vérin- l'élasticité d'un gaz sous pression dans un accumulateur pneumatique contenant un liquide hydraulique en
20 partie basse et dont le plancher comporte l'orifice d'une canalisation aboutissant à la chambre d'un vérin hydraulique, ou la déformation élastique du matériau d'un ressort, ou encore la force magnétique d'éléments aimantés.

On pourra avantageusement remplacer l'actionneur à moteur
25 électrique précité pour le réglage de l'orientation de la voilure par un pilote automatique pour voilier, d'un type connu, à pale immergée pendulaire montée folle en rotation autour de son axe longitudinal et à volet de bord de fuite orientable. Ce pilote automatique pourra être adapté de la
30 manière suivante: l'angle de braquage du volet de bord de fuite de la pale pendulaire sera commandé par un servomoteur piloté par un calculateur et les deux câbles de drosses de sortie seront enroulés, tendus et munis d'un dispositif anti-glissement, sur un tambour monté libre en rotation autour
35 d'un axe fixe par rapport au bateau. Ce tambour forme treuil récepteur du mouvement pendulaire de la pale lorsqu'elle se déplace transversalement au courant quand le volet est braqué. Ledit tambour entraîne en rotation les tambours 66 et

70 au moyen d'un mécanisme de transmission de rotation avec un rapport multiplicateur, d'un type connu. Une autre solution pourra consister à faire entraîner ledit tambour non pas par les drosses d'un pilote automatique, mais par un
5 mécanisme de transmission du mouvement de rotation d'une hélice immergée à pas variable, de sens réversible, dont les
: pales seront orientées par un servomécanisme commandé par le calculateur précité.

On pourra aussi avantageusement appliquer le dispositif
10 de compensation d'effort selon l'invention à une voilure munie de deux écoutes à rôles symétriques en mettant en commun entre les deux dispositifs 60 symétriques (figure 14a) de retenue de ces écoutes tribord et bâbord le dispositif élastique global 201 (figures 14b et 15) et l'actionneur de
15 réglage de l'orientation de la voilure. Une solution recommandée (sur la base de la figure 17), consiste à placer deux tambours 66 relatifs à l'écoute bâbord et à l'écoute tribord coaxialement au tambour 69 et à interposer entre ce dernier et les deux tambours 66 deux dispositifs d'embrayage,
20 par exemple à crabots, de façon à solidariser en rotation au tambour 69 tantôt le premier tambour 66, tantôt le second ; l'actionneur, également mis en commun, sera couplé en rotation au tambour 69 par un mécanisme de transmission de rotation d'un type connu.

REVENDICATIONS

1. Stabilisateur hydrodynamique (15) pour bateau (24),
comportant un mât plongeant dans l'eau (5) supportant à son
extrémité un premier aileron immergé (1) sensiblement
5 horizontal, monté libre en rotation par rapport au mât
plongeant (5) selon un pivot horizontal (3), **caractérisé en**
ce que le premier aileron (1) comporte un volet (7) de bord
de fuite articulé en rotation autour d'un axe voisin du bord
de fuite (21) dudit aileron (1) et en ce que ledit volet est
10 commandé par un mécanisme d'entraînement en rotation par
rapport audit aileron (1) afin de réaliser son orientation.

2. Stabilisateur selon la revendication 1, caractérisé en
ce qu'il comporte un second aileron immergé (2) sensiblement
vertical pivotant autour du mât plongeant (5) et comportant
15 un moyen moteur afin d'être orientable.

3. Stabilisateur selon la revendication 1, caractérisé en
ce qu'il comporte un second aileron (2) sensiblement vertical
pivotant librement autour du mât plongeant (5) et comportant
un volet (8) de bord de fuite articulé en rotation autour
20 d'un axe voisin du bord de fuite (22) dudit second aileron
(2), ledit volet (8) étant commandé par un mécanisme
d'entraînement en rotation par rapport au second aileron (2)
afin de réaliser l'orientation dudit second aileron (2).

4. Stabilisateur selon l'une des revendications 1 à 3,
25 caractérisé en ce que le mât plongeant (5) comporte un
carénage profilé (6) pivotant librement autour dudit mât
plongeant afin de s'orienter librement dans la direction de
l'écoulement local de l'eau.

5. Stabilisateur selon la revendication 4, caractérisé en
30 ce qu'un moyen de rappel (9), du type moyen élastique ou
moyen moteur, est disposé entre le mât plongeant (5) et le
carénage profilé pivotant (6) afin d'imposer au dit carénage
un couple de rappel lorsque ce carénage est angulairement
décalé.

35 6. Stabilisateur selon la revendication 4 ou 5,
caractérisé en ce que le carénage profilé pivotant (6)
comporte au niveau de son côté aval un élément (18) à
portance hydrodynamique fixe par rapport au dit carénage ou

orientable en rotation verticale par rapport au carénage.

7. Dispositif de stabilisation d'un bateau (24) mettant en œuvre au moins un stabilisateur (15) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce
5 que le au moins un stabilisateur (15) est porté par un bras (14) sensiblement horizontal solidaire du bateau (24), ledit bras (14) étant situé au-dessus de l'eau.

8. Dispositif de stabilisation d'un bateau selon la revendication 7, caractérisé en ce que certains bras (14)
10 sont rendus solidaires du bateau (24) par une liaison (49) du type pivot à plusieurs positions verrouillables afin d'être repliables.

9. Dispositif de stabilisation d'un bateau selon la revendication 7, caractérisé en ce que certains bras (14)
15 sont constitués de plusieurs tronçons (14a, 14b) reliés entre eux par une liaison (12) de type pivot à plusieurs positions verrouillables afin d'être repliables.

10. Dispositif de stabilisation d'un bateau selon l'une quelconque des revendications 7 à 9, caractérisé en ce que
20 certains mâts plongeants (5) sont solidaires d'un bras (14) par l'intermédiaire d'une liaison pivot d'axe (142) sensiblement horizontal qui est verrouillable à plusieurs positions, une position basse desdits mâts plongeants lorsque les ailerons hydrodynamiques orientables (1, 2) sont en
25 service et une position relevée desdits mâts plongeants lorsque lesdits ailerons sont hors service, le bateau étant à l'arrêt ou se déplaçant à basse vitesse.

11. Dispositif de stabilisation d'un bateau selon la revendication 10, caractérisé en ce que le maintien de
30 certains mâts plongeants (5) en position basse est assuré par un verrouillage à résistance calibrée contre une force tendant à faire reculer lesdits mâts plongeants, et en ce que ce verrouillage laisse librement pivoter lesdits mâts plongeants vers l'arrière en se relevant lorsque cette
35 résistance limite est atteinte.

12. Dispositif de stabilisation d'un bateau selon l'une des revendications 7 à 11, caractérisé en ce qu'il comporte un calculateur (43) coopérant avec des capteurs (25)

statiques et/ou dynamiques et pilotant le ou les moyens d'orientation du ou des ailerons (1, 2) afin de faire varier leur orientation en fonction des mouvements dudit bateau.

13. Dispositif compensateur d'effort pour orienter une
5 voile (57, 59) de bateau ou de véhicule à voile,
caractérisé en ce qu'il comporte :

- d'une part un dispositif élastique global (201) prenant appui sur une partie fixe (30) du bateau et comportant une pièce de sortie (103, 92) mobile sur une certaine course, ou
10 un certain débattement, ladite pièce de sortie mobile transmettant un effort élastique dont l'intensité est croissante en fonction de l'amplitude de son déplacement, ledit dispositif élastique global étant constitué d'un ou plusieurs organes élastiques (37, 72) interposés entre ladite
15 partie fixe du bateau et ladite pièce de sortie mobile, l'addition des efforts élastiques individuels desdits organes élastiques (37, 72) fournissant l'effort élastique global à ladite pièce de sortie mobile (103, 92) dudit dispositif élastique global (201),

20 - d'autre part un dispositif de transmission de mouvement (200) de ladite pièce de sortie mobile (103, 92) dudit dispositif élastique global (201) à ladite voile (57), ledit dispositif de transmission de mouvement présentant une évolution de son rapport de transmission en fonction de
25 l'angle d'orientation de ladite voile (57) telle que le couple de rappel élastique exercé par le dispositif (200) sur ladite voile, tendant à ramener le plan moyen de cette dernière parallèle au plan de symétrie du bateau, ou du véhicule, soit d'intensité constante, ou bien d'intensité
30 progressivement et faiblement croissante, lorsque ladite voile (57) pivote de l'orientation correspondant à l'allure "près serré" à celle correspondant à l'allure "vent arrière".

14. Dispositif selon la revendication 13, caractérisé en ce que l'organe d'orientation de la voile est une écoute
35 (56, 58) de voile (57, 59) reliée d'une part à une extrémité de la voile et s'enroulant d'autre part sur un tambour d'écoute (66) solidaire ou lié en rotation à un

tambour (69) à rayon d'enroulement variable assurant la fonction de dispositif de transmission de mouvement (200).

15 **15.** Dispositif selon la revendication 13, caractérisé en ce que le dispositif élastique global (201) comporte un moyen de réglage (86, 87) de l'effort élastique moyen permettant d'adapter celui-ci à la prévision, pour une période de temps donnée, de l'effort moyen d'orientation de la voileure (57).

10 **16.** Dispositif selon l'une quelconque des revendications 13 à 15, caractérisé en ce qu'il comporte un moyen de réglage de l'angle d'orientation de la voileure (57), et en ce que ledit moyen de réglage de l'angle d'orientation comporte un organe de manœuvre manuelle.

15 **17.** Dispositif selon l'une quelconque des revendications 13 à 15, caractérisé en ce qu'il comporte un moyen de réglage d'orientation de la voileure (57), et en ce que ledit moyen comporte un actionneur commandé par un signal provenant d'un calculateur (43) ou provenant d'un moyen de commande piloté par un membre d'équipage.

20 **18.** Dispositif selon la revendication 17, caractérisé en ce qu'il comporte un moyen de limitation bidirectionnelle de l'effort, force ou couple, communiqué par l'actionneur à la voileure (57).

25 **19.** Dispositif selon l'une quelconque des revendications 13 à 18, caractérisé en ce que le dispositif élastique global (201) comporte un ou plusieurs vérins (72) pneumatiques ou hydrauliques reliés par une ou des canalisations (81) à un ou plusieurs réservoirs (82) contenant un gaz comprimé.

30 **20.** Dispositif selon la revendication 19, caractérisé en ce qu'au moins un réservoir (82) est relié par l'intermédiaire d'une vanne (86, 87) à une source de pression, de dépression ou à l'air libre afin de pouvoir modifier la pression régnant dans ledit réservoir.

35 **21.** Dispositif selon l'une quelconque des revendications 13 à 20, caractérisé en ce que certains organes élastiques (37, 72) du dispositif élastique global (201) peuvent être mis hors service en cours de navigation, soit par désaccouplement temporaire de leur propre organe de sortie (103, 92) à mouvement élastique par rapport au dispositif de

transmission de mouvement (200) à la voile (57), soit par désaccouplement temporaire de leur embase (73) par rapport à la structure du bateau dont cette embase est habituellement solidaire, soit par neutralisation temporaire de leur propriété élastique, puis être remis en service en cours de navigation en réaccouplant les organes élastiques temporairement désaccouplés ou en rétablissant la propriété élastique temporairement neutralisée.

22. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 13 à 21, caractérisé en ce que le dispositif de transmission de mouvement (200) comporte au moins deux tambours (66, 69) tournant librement autour d'axes fixes par rapport à la structure du bateau, couplés en rotation, soit directement, soit par l'intermédiaire d'un mécanisme de transmission à rapport constant ou variable, tambours sur lesquels sont ancrés deux câbles à enroulements antagonistes (56) et (71) dont un enroulement au moins a lieu dans une gorge (70) à rayon d'enroulement variable, le premier câble (71) étant relié directement ou par l'intermédiaire d'un palan à l'organe de sortie (103, 92) à mouvement élastique du dispositif élastique global (201) et le second câble (56) étant relié directement ou par l'intermédiaire d'un palan au point de la voile (57) permettant d'orienter celle-ci.

23. Dispositif selon la revendication 17 ou 18, caractérisé en ce que l'actionneur est constitué par, ou comporte, un moteur électrique rotatif pas à pas.

24. Dispositif selon la revendication 17 ou 18, caractérisé en ce qu'il comporte un amplificateur d'effort, force ou couple, comprenant au moins une pale immergée profilée à effet de portance hydrodynamique, orientable autour d'un pivot parallèle à son axe longitudinal, et en ce que ce pivot est mobile transversalement au courant dû au déplacement du bateau.

25. Dispositif selon la revendication 17 ou 18, caractérisé en ce que l'actionneur du dispositif compensateur est commandé par un calculateur relié à des capteurs permettant de mesurer l'orientation par rapport au bateau de la direction du vent et de la voile (57).

26. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 14 à 25, caractérisé en ce que des chandeliers (63) sensiblement verticaux solidaires du bateau, entourés de manchons cylindriques tournant librement, sont prévus pour
5 intercepter au passage la ou les écoutes (56, 58) lorsqu'elles parviennent vers l'avant du bateau afin de réduire la sollicitation du dispositif élastique global (201).

27. Bateau comportant une plate-forme (52), au moins un flotteur principal profilé (51) complètement immergé,
10 solidaire de la plate-forme (52) par un ou plusieurs pylônes porteurs (16) et supportant le poids total de la plate-forme (52) afin de la maintenir hors de l'eau, **caractérisé en ce qu'il comporte :**

- des bras rayonnants (14) autour de la plate-forme (52),
15 sensiblement horizontaux et supportant des mâts plongeant dans l'eau (5), munis d'ailerons orientables (1,2) immergés à effet de portance hydrodynamique, lesdits bras (14) étant situés au dessus de l'eau,

- des carénages profilés mobiles (6), pivotant librement
20 sous l'effet du courant local et enveloppant individuellement chaque pylône porteur (16),

- au moins trois flotteurs auxiliaires (53) à coque fermée, étanche et profilée, répartis autour de la plate-forme (52) pour assurer l'équilibre d'assiette à l'arrêt ou à
25 faible vitesse, solidaires des bras rayonnants (14) ou de la plate-forme (52).

28. Bateau selon la revendication 27, caractérisé en ce qu'il comporte un dispositif de stabilisation selon l'une des revendications 7 à 12, réalisé par lesdits bras rayonnants
30 (14), lesdits mâts plongeants (5), et lesdits ailerons orientables (1, 2).

29. Bateau selon la revendication 27 ou 28, caractérisé en ce qu'il comporte un dispositif de tare (500) réglable permettant d'augmenter ou de diminuer la masse du bateau au
35 moyen de ballasts (17) à quantité d'eau admise réglable.

30. Bateau selon l'une des revendications 27 à 29, caractérisé en ce que les mâts plongeant dans l'eau (5) ainsi que certains flotteurs auxiliaires (53) sont disposés près de

l'extrémité de bras rayonnants (14).

31. Bateau selon l'une quelconque des revendications 27 à 30, caractérisé en ce qu'au moins un flotteur auxiliaire (53) est fixé à un bras rayonnant (14) par une liaison à plusieurs positions verrouillables permettant de rapprocher ce flotteur (53) de la plate-forme (52) lorsque le bâtiment est à l'arrêt ou par une liaison du type pivot à axe sensiblement vertical à plusieurs positions verrouillables.

32. Bateau selon l'une des revendications 27 à 31 caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de mesure de position, d'inclinaison, de vitesse et/ou d'accélération, coopérant avec un calculateur (43) afin de déterminer les mouvements du bateau et de modéliser ces mouvements en mouvements de roulis, de tangage, de lacet, et/ou en mouvements alternatifs du centre de gravité du bateau dus au passage des vagues, constitués du mouvement vertical du centre de gravité (alternativement de montée et de descente) et du mouvement latéral dudit centre de gravité (alternativement de déport vers bâbord et vers tribord).

33. Bateau selon la revendication 32, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de mesure, tels des girouettes anémométriques, des capteurs d'orientation de voiles, des girouettes immergées, des capteurs de pression (40), des sonars à réflexion de surface (34), des palpeurs de surface, des caméras vidéo, ou tout autre moyen coopérant avec le calculateur (43) afin de déterminer les mouvements des vagues en amont de chaque flotteur principal immergé (51), de modéliser au niveau de l'axe de chaque dit flotteur les mouvements de l'eau transversaux à la route du bateau, par exemple décomposés en mouvements selon deux axes transversaux non parallèles, ou de déterminer les efforts aérodynamiques sur les éléments du bateau offrant une prise au vent.

34. Bateau selon la revendication 32 ou 33, caractérisé en ce que le calculateur (43) coopère avec les moyens d'orientation des ailerons orientables (1, 2) afin d'orienter ces derniers en fonction de la modélisation des mouvements du bateau et/ou des mouvements des vagues et/ou des efforts aérodynamiques, et de réaliser ainsi la stabilisation du

bateau en contrôlant l'assiette et la trajectoire de celui-ci.

35. Bateau selon l'une quelconque des revendications 27 à 34, caractérisé en ce que certains ailerons orientables (1, 2) comportent un capteur angulaire mesurant l'angle de rotation de l'aileron (1, 2) par rapport au mât plongeant (5) et coopérant avec le calculateur (43).

36. Bateau selon l'une quelconque des revendications 27 à 35, caractérisé en ce qu'il comporte un dispositif d'équilibrage (501) à masses mobiles ajustable en permanence par des déplacements latéraux et/ou longitudinaux de contrepoids mobiles le long de guides, positionnés le long de ces derniers par des mécanismes comprenant des actionneurs, ou comportant une masse d'eau transférable entre des réservoirs éloignés (54), ledit dispositif d'équilibrage (501) coopérant avec le calculateur (43) afin de modifier la position du centre de gravité du bateau en fonction des mouvements de celui-ci et des effets déséquilibrants dus par exemple à la répartition de la charge utile ou au vent.

37. Bateau selon la revendication 36, caractérisé en ce que le dispositif d'équilibrage (501) comprend des réservoirs (54) situés dans des flotteurs auxiliaires (53) et partiellement remplis d'eau, lesdits réservoirs (54) étant reliés entre eux par des canalisations (55) et au moins une pompe (11) coopérant avec le calculateur (43) afin de répartir l'eau entre les réservoirs (54).

38. Bateau selon l'une quelconque des revendications 27 à 37, caractérisé en ce que chaque pylône porteur (16) situé entre un flotteur principal profilé entièrement immergé (51) et la plate-forme (52) est rétractile, à plusieurs positions verrouillables, ainsi que le carénage pivotant (6) qui l'entoure, dans un logement de ladite plate-forme.

39. Bateau selon l'une quelconque des revendications 27 à 38, comportant des moyens de propulsion éolienne, caractérisé en ce que l'orientation d'au moins un moyen de propulsion éolienne (57, 59) est assurée par un dispositif selon l'une quelconque des revendications 13 à 26.

- 1/13 -

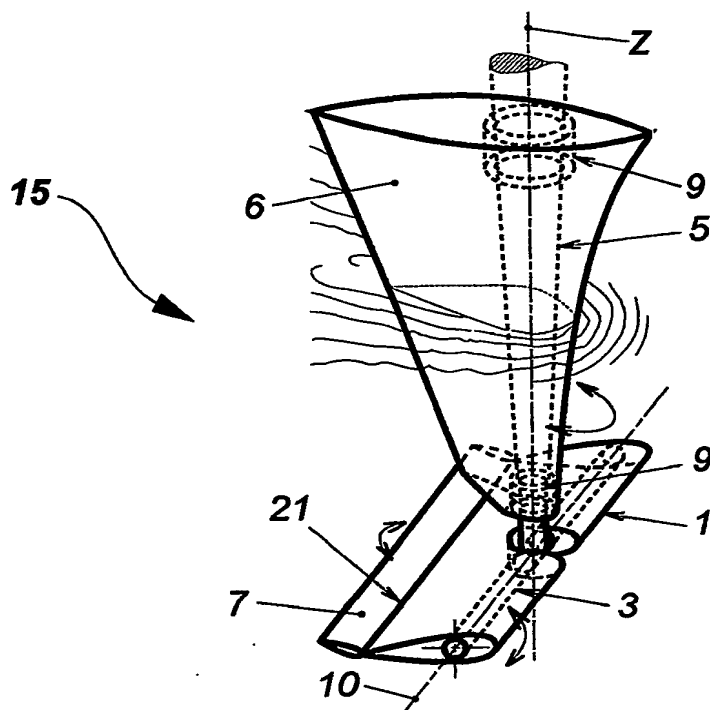


FIG. 1

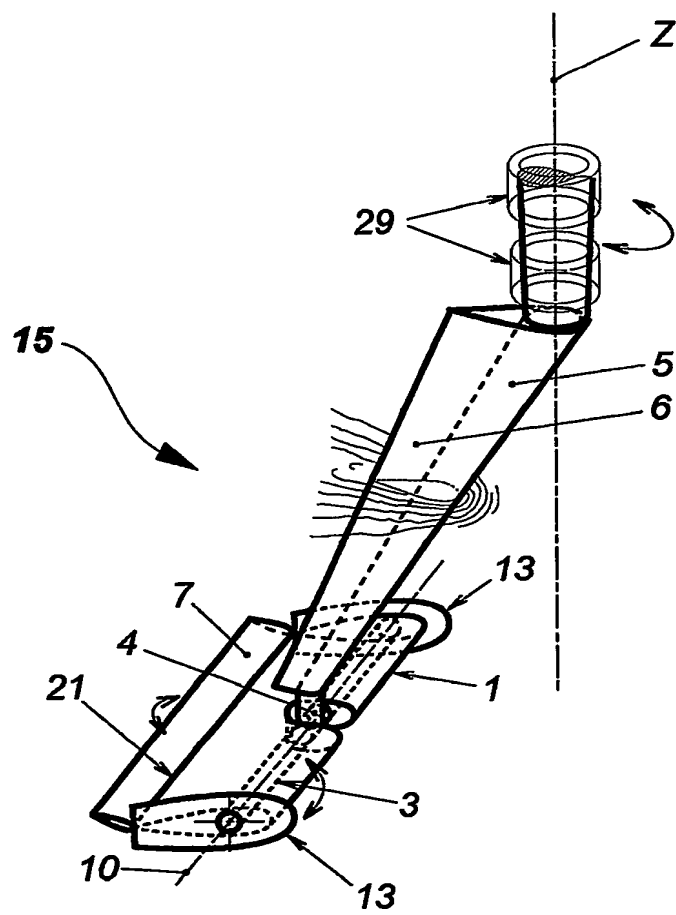


FIG. 2

- 2/13 -

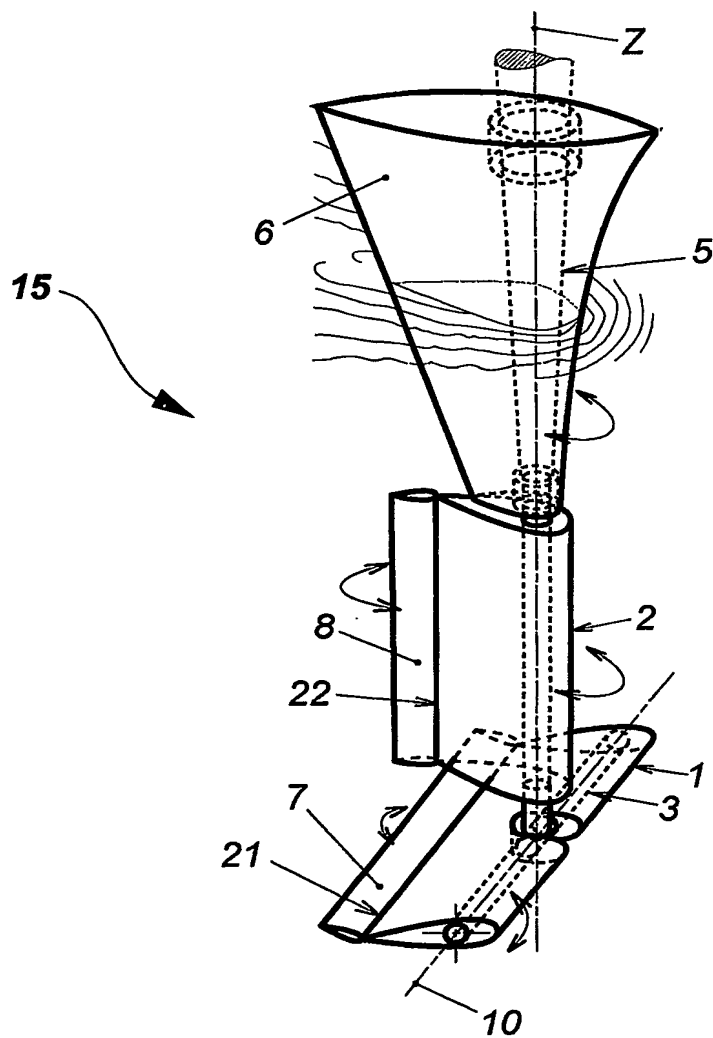
**FIG. 3**

FIG. 4a

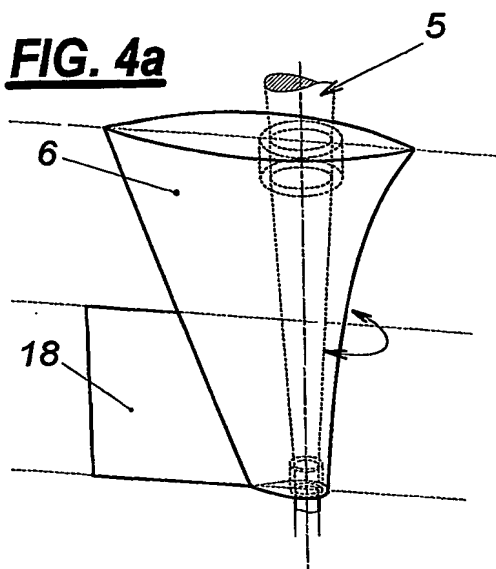


FIG. 4b

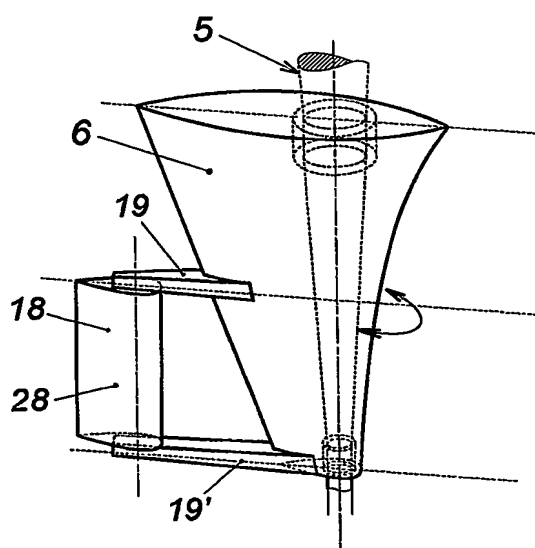
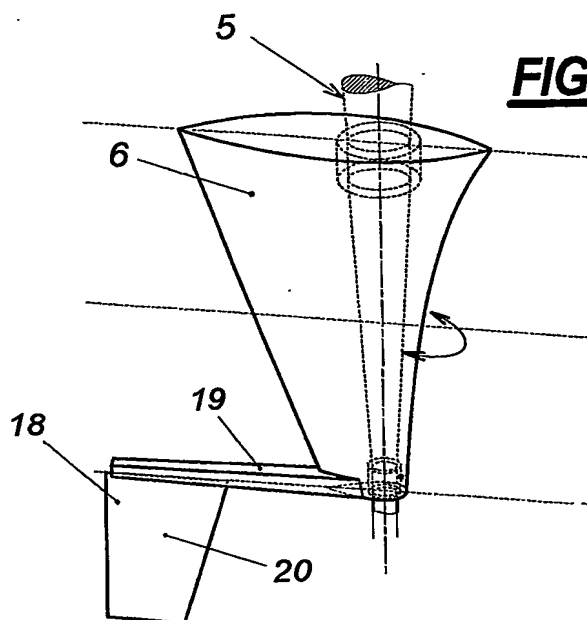


FIG. 4c

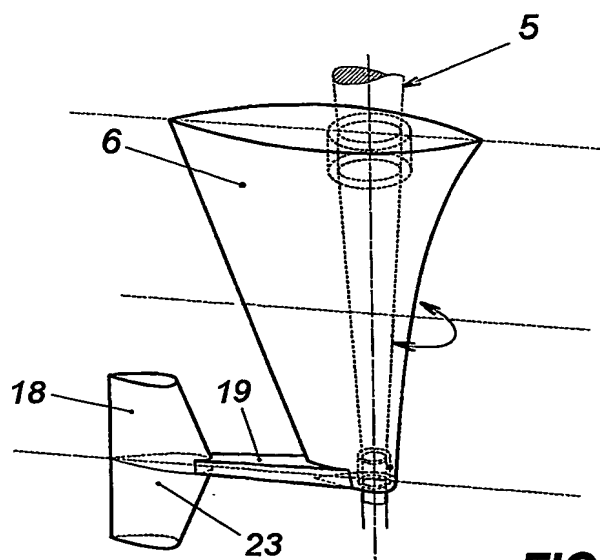


FIG. 4d

- 5/13 -

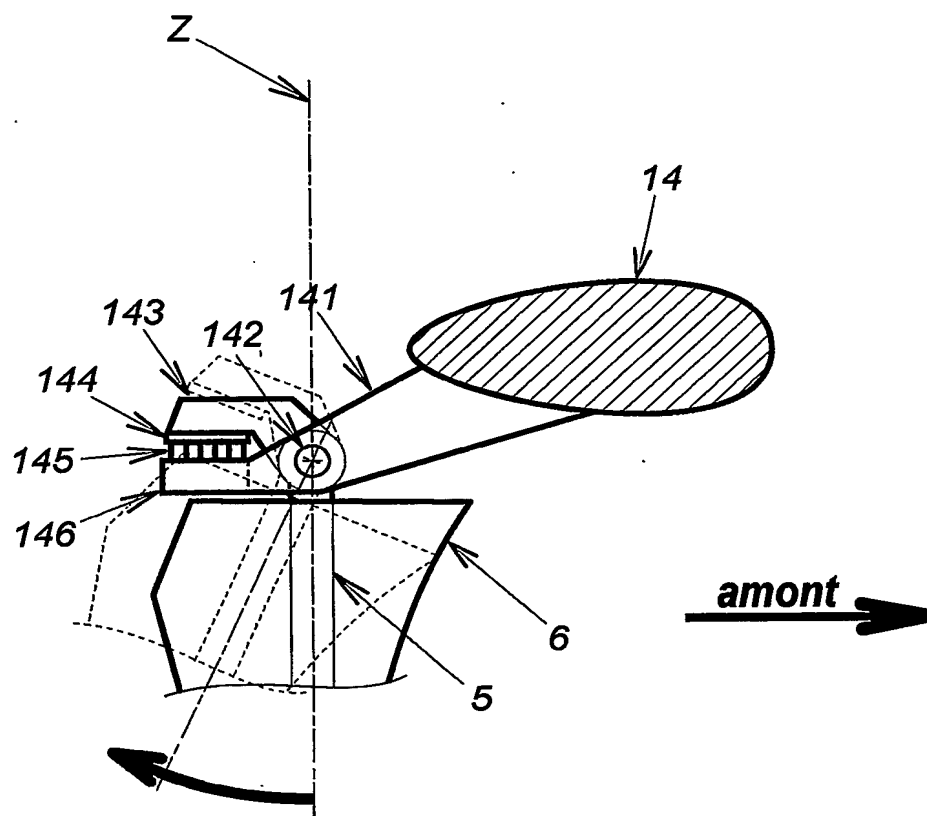


FIG. 8

- 6/13 -

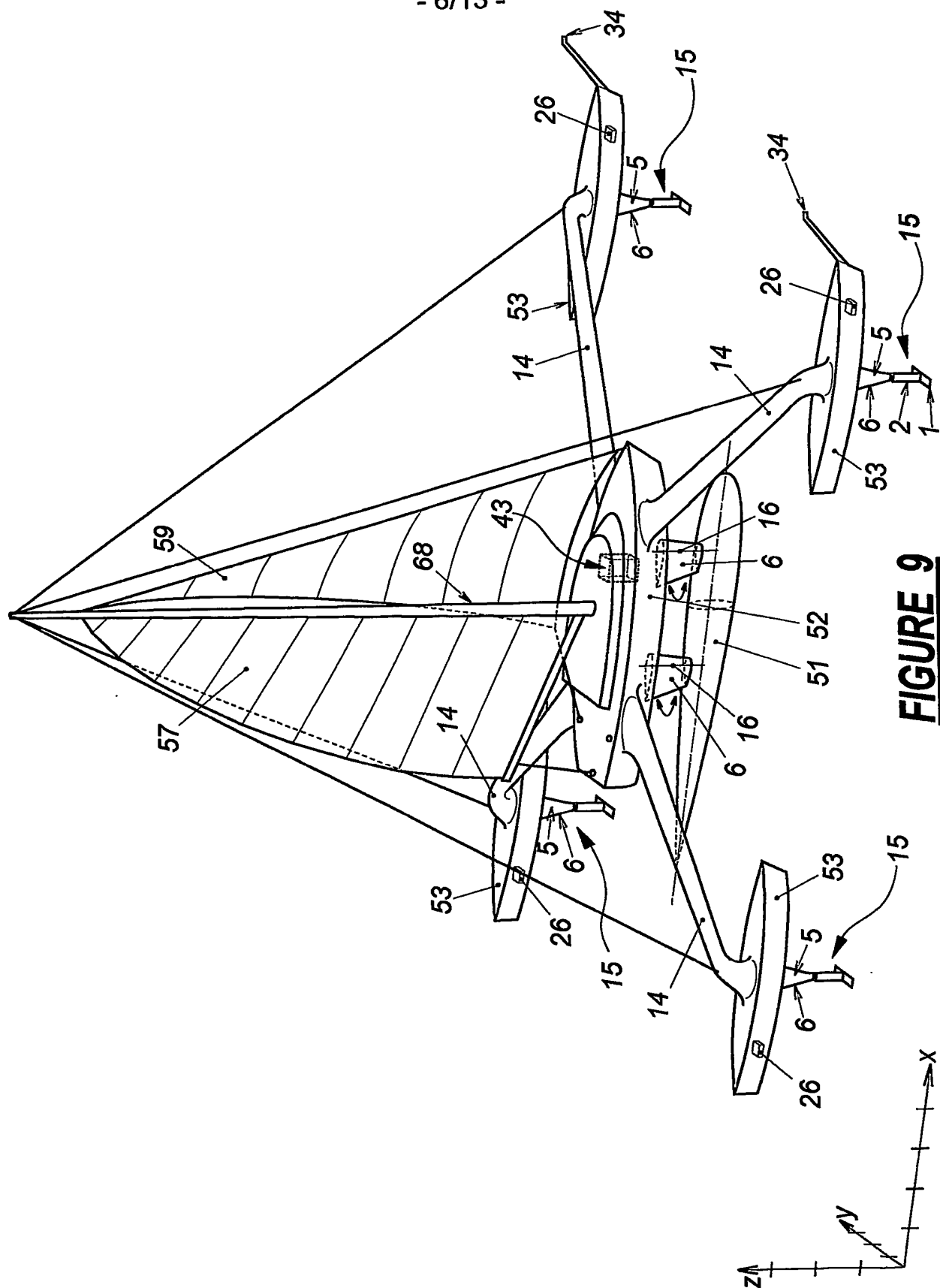


FIGURE 9

- 7/13 -

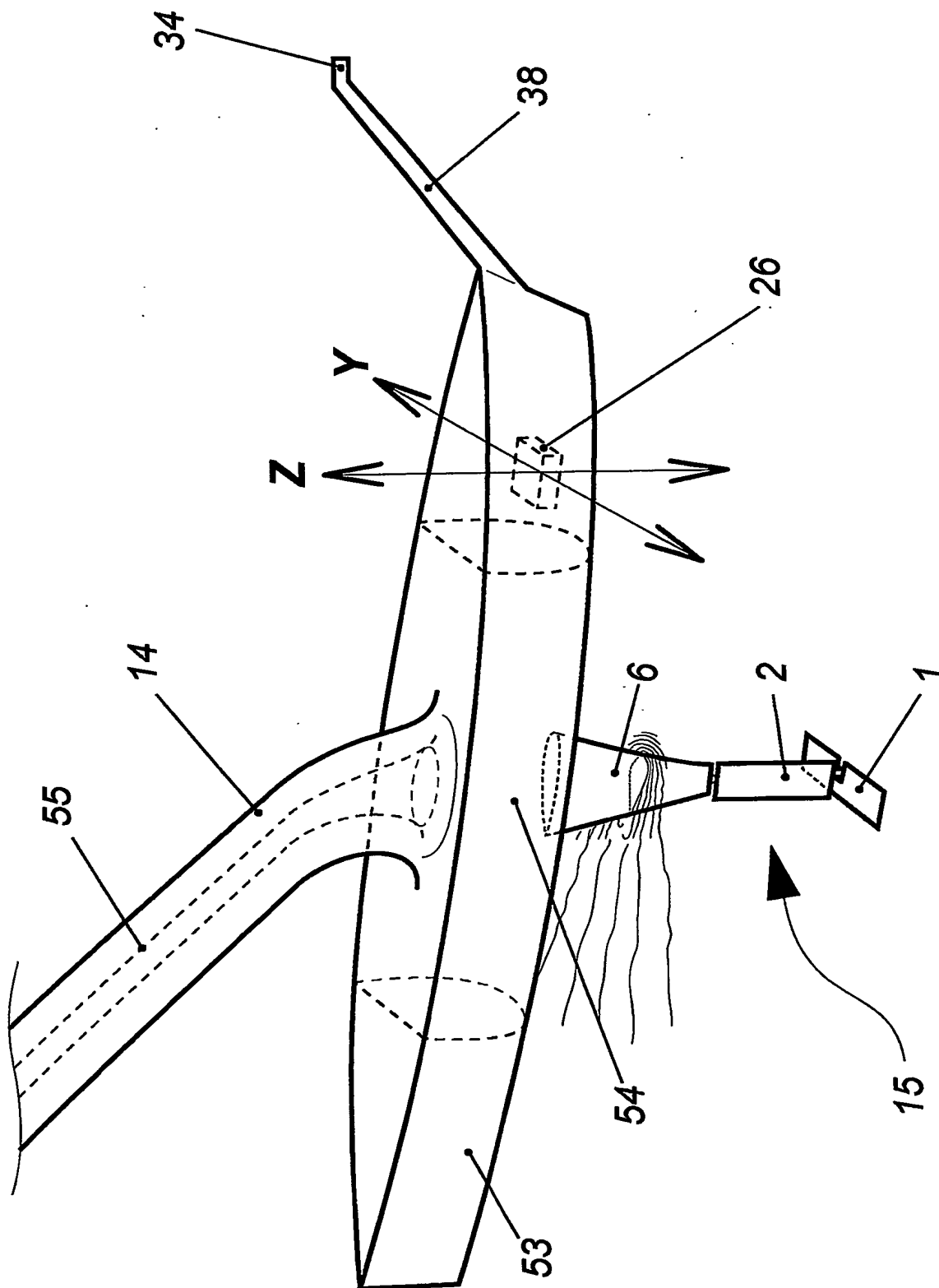


FIG. 10

- 8/13 -

FIG. 11b

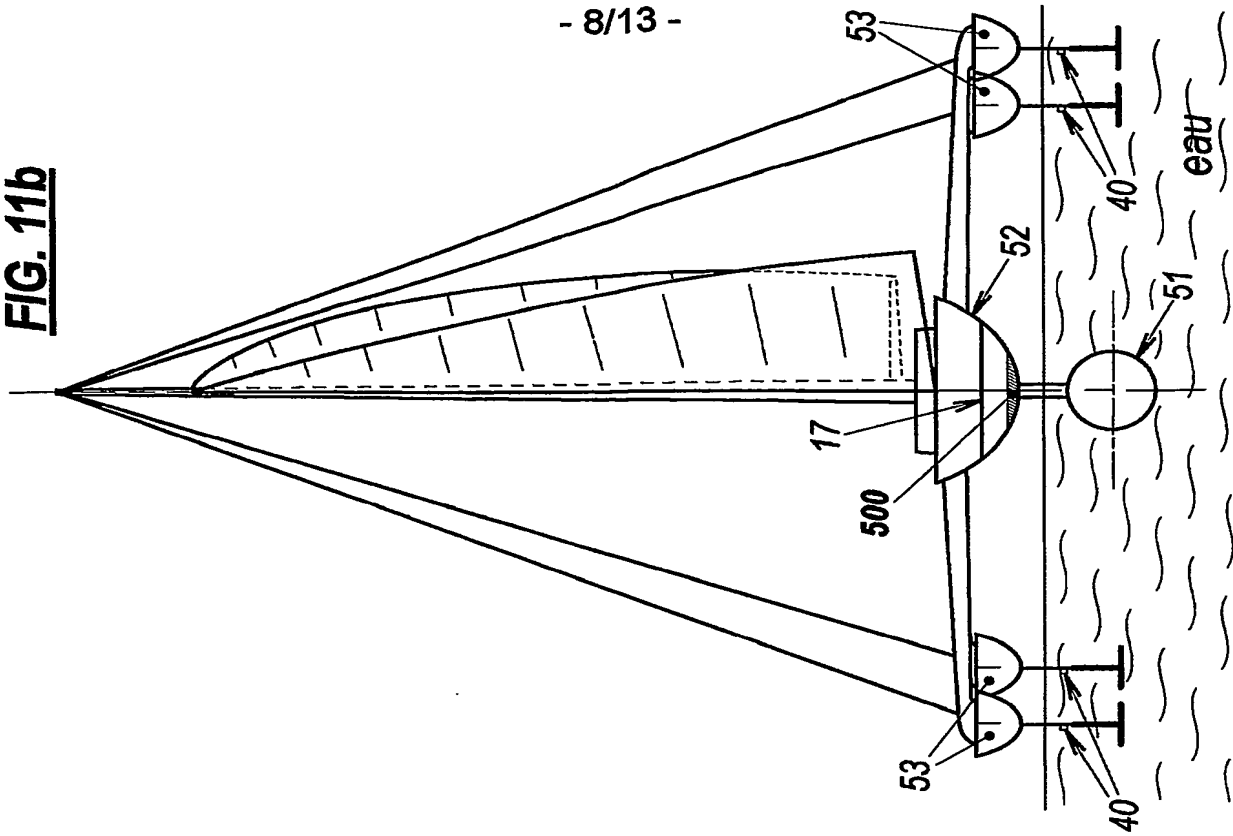
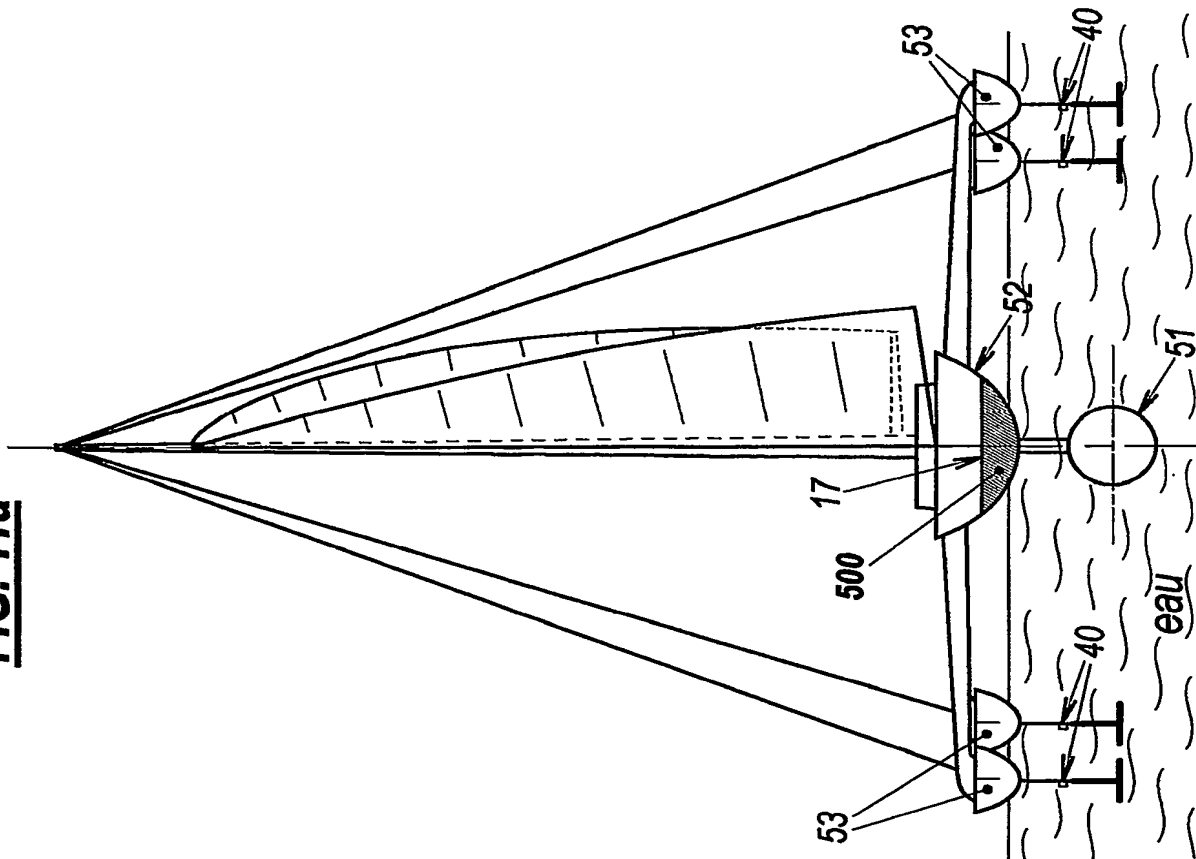
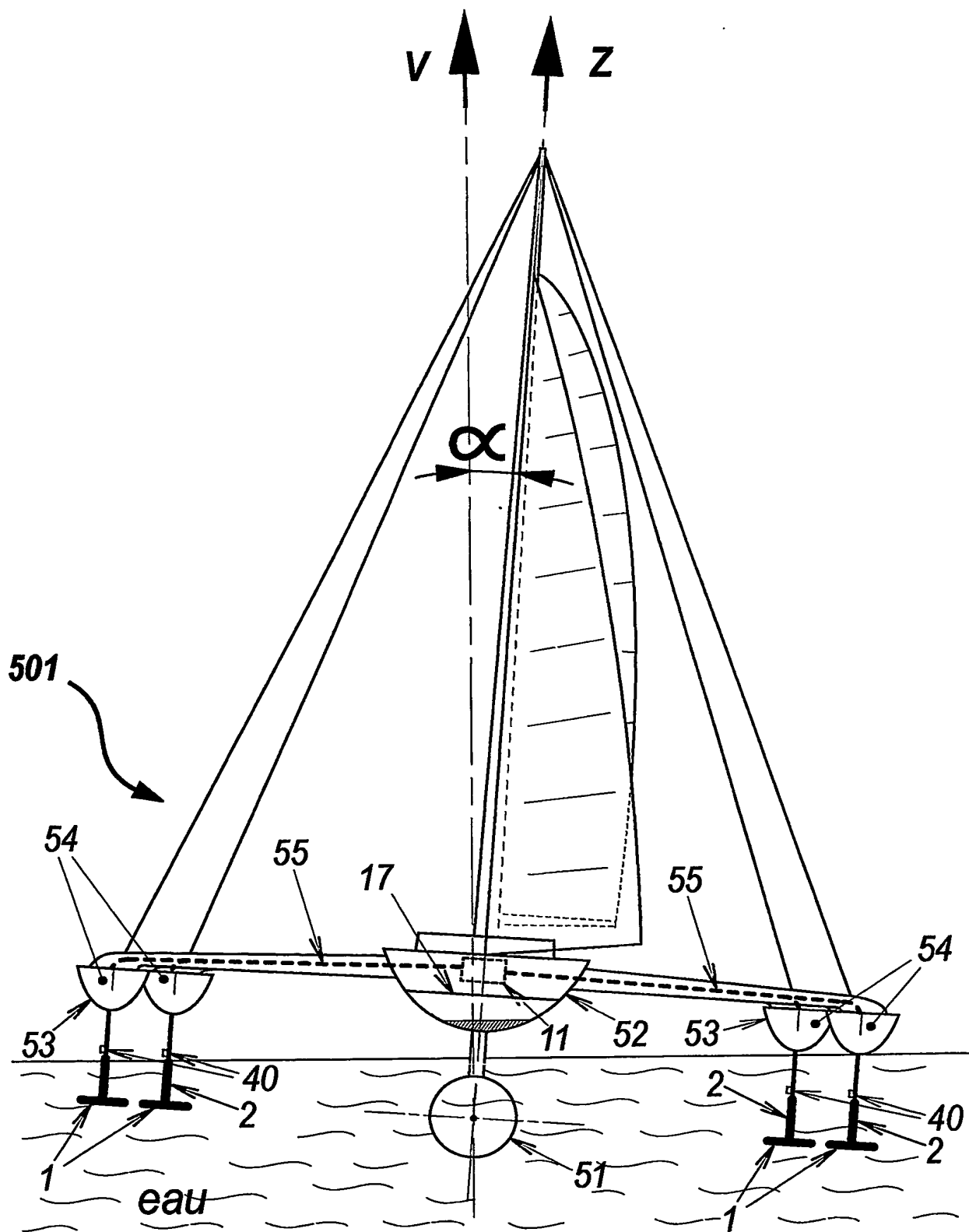


FIG. 11a



- 9/13 -

**FIG. 12**

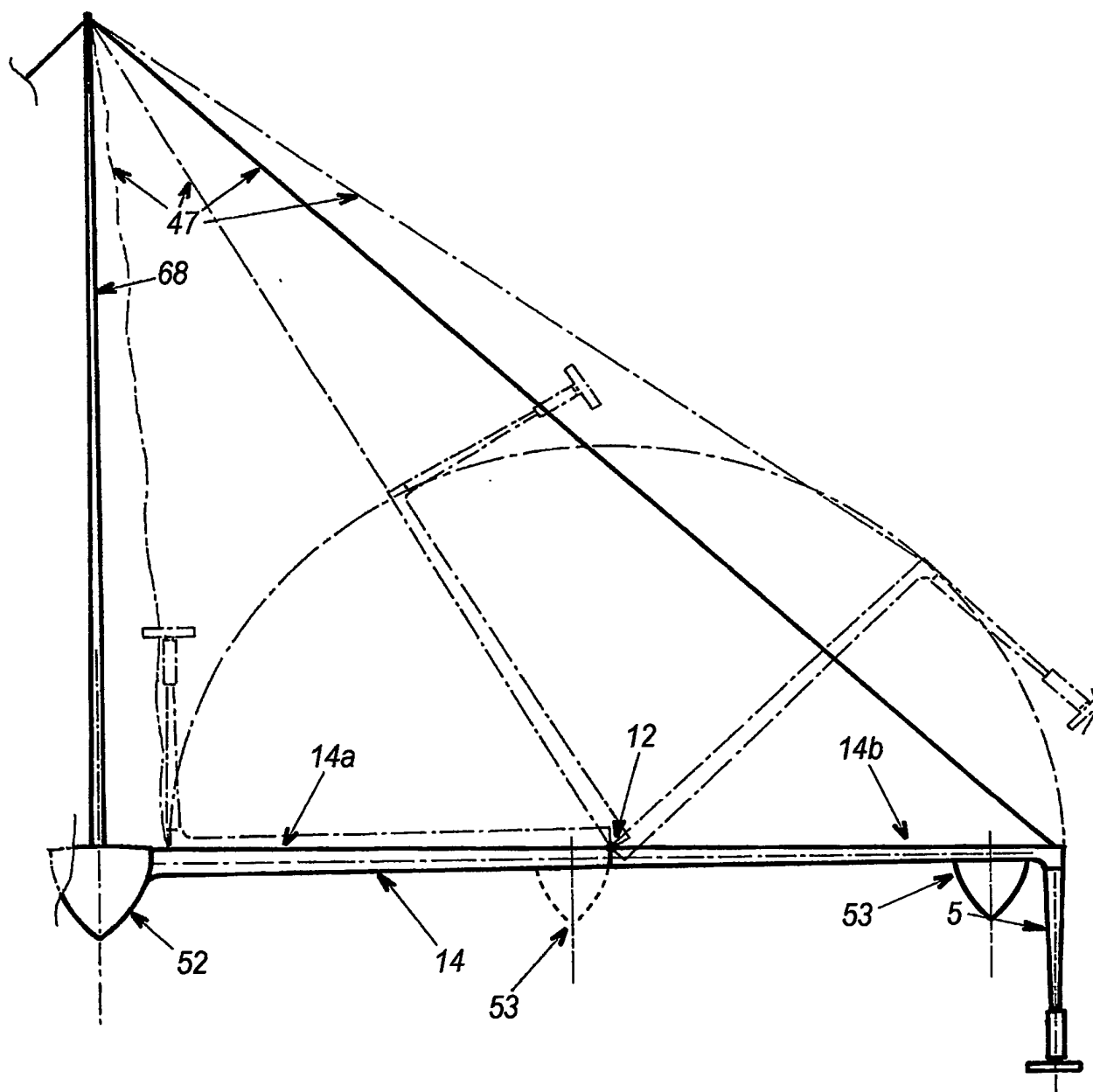
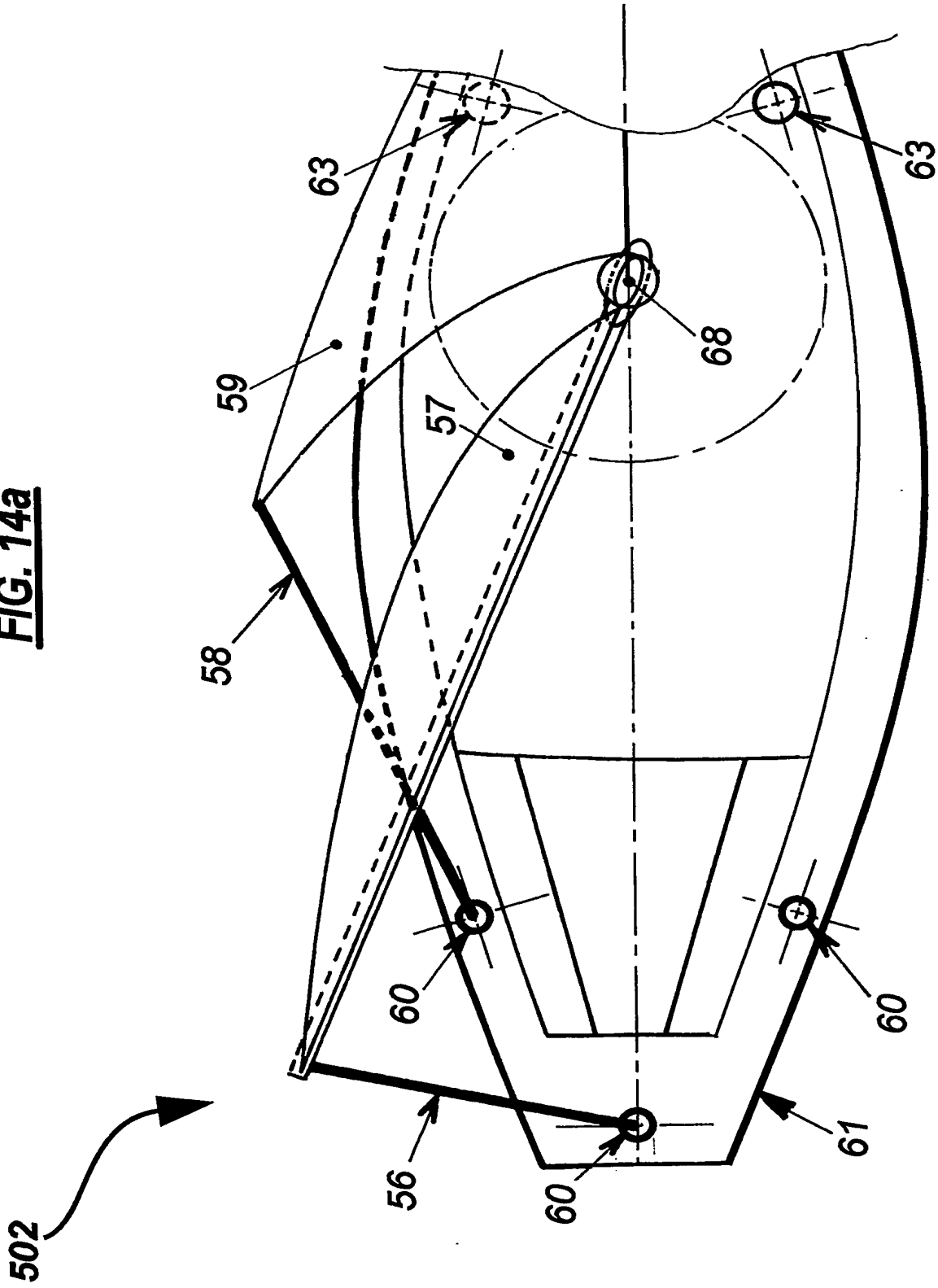


FIG. 13

- 11/13 -

FIG. 14a



- 12/13 -

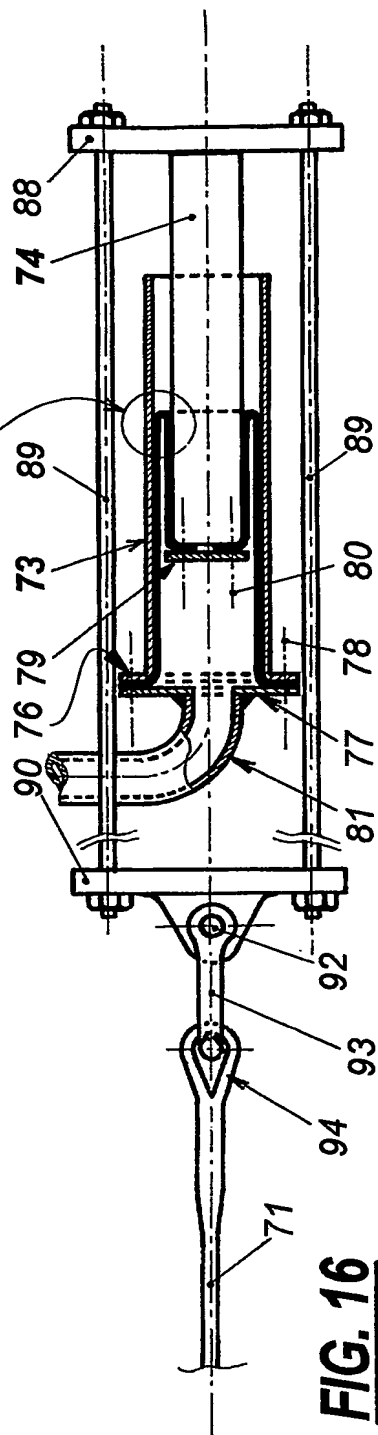
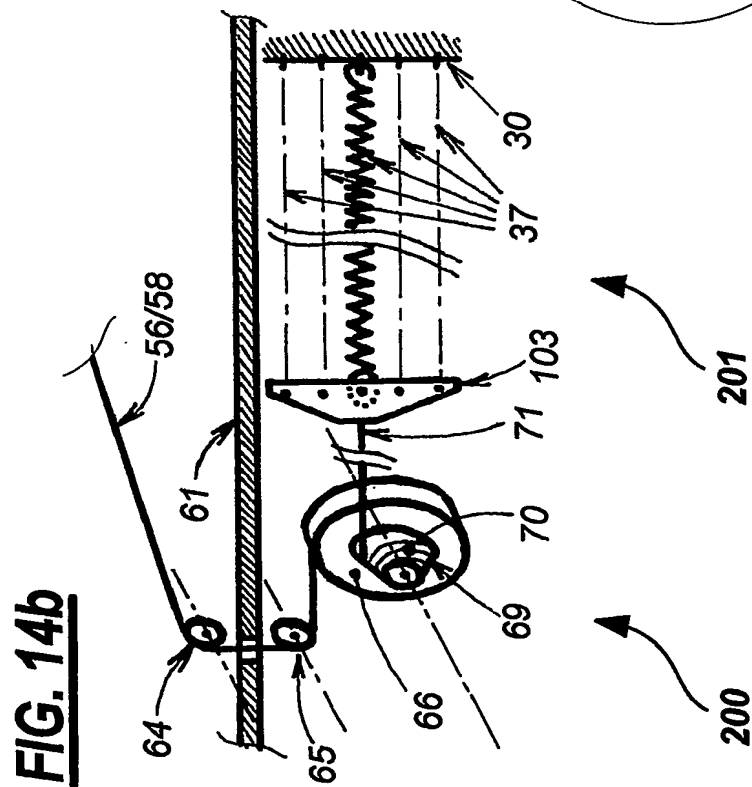
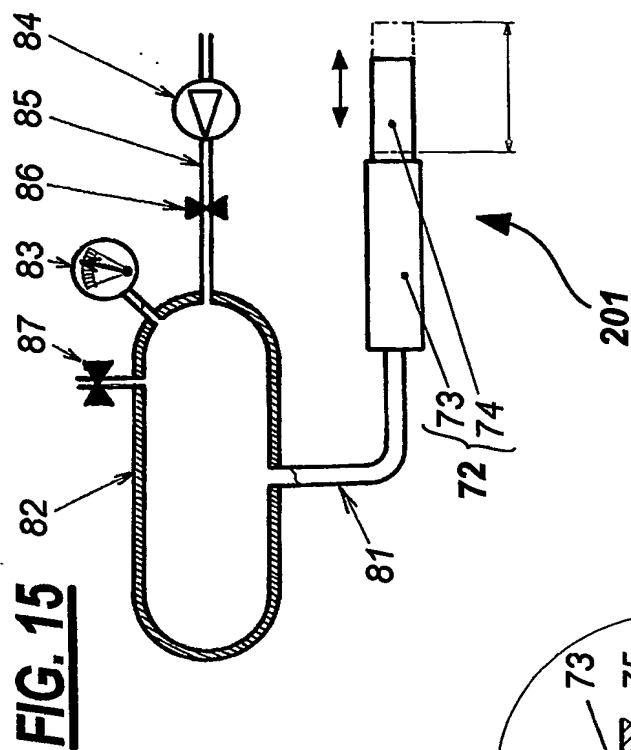


FIG. 17

